La fabricación del conocimiento

Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia

Karin
Knorr Cetina



Universidad Nacional de Quilmes Editorial

La fabricación del conocimiento

Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia

Karin Knorr Cetina

Estudio preliminar
por Pablo Kreimer



Colección "Ciencia, Tecnología y Sociedad"
Dirigida por Pablo Kreimer

Knorr Cetina, Karin
La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia - 1ª ed. - Bernal : Universidad Nacional de Quilmes, 2005
368 p. ; 20 x 15 cm (Ciencia, tecnología y sociedad dirigida por Pablo Kreimer

Traducido por: María Isabel Stratta

ISBN 987-558-050-3

1. Sociología del conocimiento - I. Stratta, María Isabel, trad. II. Título
CDD 306.42

Título original: *Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*
1ª edición: Pergamon Press, 1981

Traducción: María Isabel Stratta

cultura Libre

Roque Sáenz Peña 180
(B1876BXD) Bernal
Buenos Aires
(54-11) 4365-7184
http://www.unq.edu.ar
editorial@unq.edu.ar

Diseño de portada: Mariana Nemitz

ISBN: 987-558-050-3
Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

Índice

Estudio preliminar
El conocimiento se fabrica.
¿Cuándo? ¿Dónde? Cómo?

Pablo Kreimer

Este libro es un clásico. ¿Un clásico de sólo 25 años? Bueno, es que la sociología del conocimiento científico contemporánea es una disciplina relativamente joven. Al mismo tiempo, y tal vez paradójicamente, es un clásico relativamente poco conocido, sobre todo si se lo compara con algunos trabajos contemporáneos, como *La vida de Laboratorio*, de Bruno Latour y Steve Woolgar. En efecto, mientras este último fue traducido a varias lenguas –entre ellas al castellano, hace más de una década– y largamente debatido, el libro de Knorr Cetina aún no estaba disponible más que en inglés (agotado) y en alemán. Por cierto, no es éste el único motivo por el cual lo publicamos ahora en español.

La razón de traducirlo y publicarlo un cuarto de siglo después de su edición original es que se trata de una obra que, desde las entrañas de los laboratorios de investigación científica, nos interpela acerca de un conjunto de problemas que exceden el mero espacio de trabajo de los científicos, y nos lleva a interrogarnos acerca de la naturaleza del conocimiento, de su relación con la cultura, de las relaciones entre epistemología y cultura y, sobre todo, del conocimiento como una producción *de la sociedad*.

Otro motivo que nos impulsó a su publicación es que la preocupación sociológica de Knorr Cetina excede el estricto interés en la ciencia, y se orienta hacia problemas teóricos y metodológicos más generales de las ciencias sociales. De hecho, una de las preguntas que la autora ha ido formulando a lo largo de su obra podría plantearse bajo la forma de ¿qué aporte podría hacer la sociología de la ciencia a la sociología en general? Según la autora, "Cuando aprendemos de

los estudios de laboratorio sobre el carácter 'situado' del conocimiento, ello puede ser aplicado a cuestiones más amplias sobre la localización de la experiencia social en sitios múltiples y variados...".[1] Y concluye que, puesto que las formulaciones teóricas sobre la relevancia de lo local son aún débiles, "el laboratorio, tal como ha sido estudiado por el abordaje CTS, puede ayudar a comprender varios tópicos implicados en lo que llamamos 'situación y localización', y a enriquecer teóricamente estas perspectivas".[2]

Knorr Cetina avanza de un modo significativo sobre dos terrenos que siempre han resultado de difícil resolución. Por un lado, intenta conceptualizar las dimensiones *culturales* de la ciencia, conglomerado siempre difuso y polisémico, como todo aquello que debe lidiar con la definición, teórica y operativa, de la cultura. Profundizará esta reflexión en un libro más reciente –*Epistemic Cultures*–, donde señala que

> Cultura, como yo uso este término, se refiere a patrones agregados y a dinámicas que se observan en la práctica experta y que varían en diferentes dispositivos de *expertise*. La cultura, entonces, se refiere a las prácticas de un modo determinado [...]. La noción de cultura ofrece a la práctica una sensibilidad simbólica y de sentido. [...] En mi posición, las perspectivas de la cultura que ignoran las prácticas y la experiencia son tan limitadas como las visiones sobre las prácticas que extraen los símbolos de las pinturas.[3]

Además, según Knorr Cetina, las "culturas epistémicas son culturas que crean y garantizan el conocimiento, y la *primera institución de conocimiento a lo largo del mundo es, aún, la ciencia*".[4]

Por otro lado, la autora nos propone una reflexión sobre otro problema crucial: ¿cómo dar cuenta de las articulaciones entre el nivel micro y el nivel macrosocial? De allí se derivan diversas cuestiones más o menos clásicas, tales como ¿en qué medida lo que es válido en un nivel puede igualmente observarse en el otro?, o ¿qué relaciones de causalidad es posible establecer entre uno y otro nivel? A Robert Merton –fundador de la sociología de la ciencia– el estudio de la ciencia le sirvió para "bajar" el nivel de análisis de las *grandes corrientes* que predominaron hasta la década de 1940 –funcionalismo, marxismo– y que pretendían explicar la sociedad "en su conjunto". Concentrarse en la ciencia como institución le permitió, en un espacio acotado, desarrollar las *teorías de alcance medio* y proponer innovaciones conceptuales (la operación de una estructura normativa *ad hoc*, o la identificación de funciones manifiestas y latentes) que en un nivel macro hubieran sido difíciles de observar.[5] Análogamente, a partir del estudio microsocial de laboratorios de investigación científica, Knorr Cetina observa dinámicas socio-cognitivas que no se pueden percibir en otro nivel de análisis. Pero además formula reflexiones que van más allá de ese ámbito, y que ponen de manifiesto, entre otros, el problema de las múltiples racionalidades en juego en las prácticas sociales. Sus trabajos en esta dirección han sido publicados en otro libro clásico, junto con Aaron Cicourel: *Avances en la teoría social y la metodología. Hacia una integración de las micro y las macro sociologías*.[6]

Para explicar cabalmente el significado de este libro es necesario ponerlo dentro del contexto –social, teórico, institucional, político– que enmarcó su publicación. Así, podremos mostrar con claridad el carácter novedoso y de profundidad teórica de las propuestas de investigación que el libro contiene. Sospecho que esta explicación le gustaría a la propia Knorr Cetina, en la medida en que esta tarea está en línea con sus propias convicciones acerca de la explicación del conocimiento científico. Veamos.

A fines de la década de 1970, cuatro investigadores de las ciencias sociales, de diferentes nacionalidades y con diferentes formacio-

[1] Knorr Cetina, K. (1995), p. 163.
[2] *Ibid.*
[3] Knorr Cetina, K. (1999), pp. 10-11.
[4] *Ibid.*, p. 5 (las cursivas son mías).

[5] Para un análisis del programa funcionalista de la sociología de la ciencia véase, por ejemplo, Kreimer, P. (1999) y Torres, C. (1994).
[6] El libro se editó en 1981, el mismo año que *La fabricación del conocimiento*.

nes específicas, se introdujeron en sendos laboratorios de investigación científica, todos en California, para estudiar a los científicos "en su lugar de trabajo". ¿Por qué? ¿Cómo surgieron estas iniciativas? ¿Qué pretendían observar allí? ¿Qué consecuencias tuvieron estas investigaciones? Éstas son las preguntas que debemos responder para dar una idea de la importancia de *La fabricación del conocimiento*, publicado originalmente en 1981, uno de los cuatro trabajos pioneros, que cambiaron la forma en que se consideraba la ciencia y el conocimiento, así como el papel de los científicos en la sociedad.

Como veremos, de aquellos cuatro trabajos, el de Knorr Cetina es, en muchos sentidos, el de mayor riqueza sociológica, ya que avanza en diversas direcciones que se habrán de instituir como tópicos fundamentales del análisis de la ciencia en los años posteriores. Temas tales como el estudio de la ciencia como cultura, las relaciones entre investigación de laboratorio (prácticas científicas) y modos de organización social, los diferentes roles que asumen los científicos y los técnicos en sus lugares de trabajo, el modo en que negocian con otros actores sociales, que integran, hoy, el listado de nociones incorporadas en el "sentido común" de quienes estudian la ciencia, hace un cuarto de siglo eran consideraciones innovadoras.

Algunas de las cuestiones que aquí se formulan nos siguen interpelando hasta hoy, y ello constituye el motivo que, a mi juicio, justifica ampliamente la decisión de editar el libro en castellano para un gran número de lectores que no han tenido acceso a la edición original. Con él podrán tener una magnífica puerta de entrada a la sociología constructivista de la ciencia, largamente hegemónica entre los estudiosos de los procesos relacionados con el estudio social del conocimiento científico y tecnológico.

1. LA CIENCIA COMO ALGO "DADO" Y COMO CONSTRUCCIÓN[7]

Robert Merton y sus discípulos establecieron un programa de investigaciones que se apoyaba en un conjunto de pilares conceptuales, y

que permitió a los sociólogos investigar empíricamente la ciencia como una institución social y, por lo tanto, su papel en la sociedad moderna.

El primer pilar que estableció Merton fue que la ciencia, como institución, es –o debe ser– autónoma, libre de toda influencia externa a su propia dinámica. En buena medida ello se explicaba razonablemente por el horror que había ocasionado la intervención del Estado en la Alemania nazi, definiendo una ciencia válida, experimental, "aria" –alemana– y una ciencia especulativa, teórica, extranjera –"judía"–, así como los efectos de la intervención soviética sobre la ciencia, evidentes a partir del llamado "caso Lisenko".

El segundo eje establecido por Merton era que la ciencia es una actividad acumulativa. Ello implica, naturalmente, desdeñar las rupturas y los conflictos (que serán excepcionales, como el fraude). Se apropió de la célebre frase según la cual los científicos se "suben a hombros de gigantes" para ver más lejos; es decir, se basan en el conocimiento acumulado por sus predecesores para hacer avanzar la frontera de la ciencia.

La relativa ausencia de conflicto se expresa, también, en el tercer eje, que es el concepto de comunidad científica, organizada en función de una estructura normativa que se establece por consenso, y que conforma lo que él denomina el *ethos* de la ciencia: comunismo, universalismo, desinterés, escepticismo organizado.

Finalmente, Merton establece un recorte "social" de la ciencia, donde los aspectos relativos al conocimiento son completamente ajenos a la mirada del sociólogo. Merton supone que los científicos, libres de toda injerencia ajena a su propia comunidad, generan conocimiento verdadero gracias a la libre aplicación racional de los métodos más convenientes. Se trata, en realidad, más de una sociología *de los científicos* que de una sociología *de la ciencia*. Como lo señaló el propio Merton, en un pasaje célebre:

[7] Para un análisis con mayor desarrollo acerca de la construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia, véase Kreimer, P. (1999).

> [...] Así, consideraremos, no los métodos de la ciencia, sino las normas con las que se los protege. Sin duda, los cánones metodológicos son a menudo tanto expedientes teóricos como obligaciones morales, pero sólo de las segundas nos ocuparemos aquí. *Éste es un ensayo sobre sociología, no una incursión por la metodología.*[8]

Así, la sociología nada tenía que investigar respecto de la producción de conocimiento cuando -en circunstancias "normales"- los científicos obtenían conocimiento verdadero. Sólo podía intervenir cuando se obtenía "conocimiento falso", puesto que éste era concebido como la consecuencia de una *interferencia social* en el normal desarrollo de la ciencia, una ruptura de la *autonomía.*

Contra todos estos postulados, a comienzos de la década de 1970 se produjo una reacción que fue rompiendo con la visión idílica de la ciencia como un espacio armonioso. A partir de Kuhn y de su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, la idea de acumulación "no problemática" quedó seriamente dañada, ya que dicha acumulación resultaba periódicamente puesta en cuestión por la ruptura de los paradigmas y su reemplazo por otros que resultaban inconmensurables con los precedentes. Además, las fuentes de legitimidad no podían ser ya ajenas al análisis sociológico, pues -según había planteado Kuhn- la legitimidad de un paradigma no se fundaba en su carácter de verdad intrínseca, sino que estaba dada por la creencia -siempre contingente- de una comunidad científica en su validez.

Ya atacado el carácter acumulativo, David Bloor y Barry Barnes fueron algunos de los que encabezaron la lucha contra la "ortodoxia normativa", señalando que la autonomía era fuertemente ilusoria, y que el conocimiento debía ser explicado a partir de sus *causas sociales.* Bloor propuso el hoy clásico "Programa fuerte" de la sociología del conocimiento en su libro *Conocimiento e imaginario social,* cuyo primer principio era, precisamente, el de *causalidad*, que impide suponer

[8] Merton, R. (1968), pp. 636-640 (las cursivas son mías).

que el conocimiento es el mero resultado de métodos aplicados racionalmente.

Bloor estigmatizaba a Merton como el defensor de una "sociología del error": el análisis sociológico sobre el contenido de la ciencia sólo era pertinente cuando se obtenía conocimiento falso, pero no tenía nada que decir sobre el conocimiento verdadero. Por el contrario, y basado en el principio de *imparcialidad*, tanto el conocimiento falso como el conocimiento verdadero deberán requerir una explicación sociológica. Y, además, en virtud del principio de *simetría*, ambos tipos de conocimiento deberían explicarse a partir del mismo tipo de causas: si el conocimiento falso se explica por razones de orden social, también hay que aplicar este tipo de explicación al conocimiento verdadero.

A partir de entonces, el conocimiento no será considerado ya como el producto "natural" del trabajo organizado a partir de métodos racionales, acumulado indefinidamente para proveer al progreso de la sociedad, legitimado en una comunidad científica autónoma y articulada por normas de alto acatamiento y consenso, donde prevalece la cooperación por sobre los conflictos y la competencia. Por el contrario, el conocimiento será bajado abruptamente del santuario en el que había estado depositado, y será asimilado por la mayor parte de los sociólogos al rango de *creencia* y, como tal, comparable -en sus versiones más radicales- con cualquier otra creencia social. Así, el conocimiento es concebido como el resultado de relaciones sociales que deben ser explicadas, con prescindencia del valor de verdad que las creencias tengan.

De hecho, la distinción de verdad o falsedad del conocimiento pasará a ser un aspecto secundario puesto que, desde el rigor histórico, nunca se puede establecer de antemano cuál de las creencias en disputa habrá de imponerse. De este modo, se critica la historia de la ciencia tradicional, que sólo registra a los "vencedores" y deja de lado a los otros, ofreciendo una imagen idealizada y fuertemente parcial de los procesos sociales que dan origen al conocimiento.

La idea central en todo este movimiento -y tal vez uno de los pocos aspectos sobre los cuales se formó un fuerte consenso- es la de

construcción social del conocimiento. Una buena definición la proporciona la propia Knorr Cetina, cuando, analizando las dimensiones del giro constructivista, señala:

> La interpretación constructivista rechaza la concepción *descriptiva* de la investigación científica, porque esta concepción aborda el carácter fáctico de la ciencia en la relación entre sus productos y una naturaleza externa. Por el contrario, la interpretación constructivista toma los productos, ante todo y particularmente, como el resultado de un proceso de fabricación (reflexiva). En consecuencia, el interés principal en el estudio del conocimiento científico está dirigido hacia cómo se producen objetos cognitivos en el laboratorio en lugar de estudiar cómo los hechos son preservados por las afirmaciones científicas sobre la naturaleza.[9]

A partir de la adopción de los enunciados de tipo constructivista, se van a producir innovaciones fundamentales en el estudio social de la ciencia. Probablemente, los principios de imparcialidad y de simetría son los que marcaron más fuertemente tanto el trabajo sociológico como el histórico sobre la ciencia, en la medida en que desde entonces la extensión de conocimientos certificados fue considerada como el producto de negociaciones entre actores y otras explicaciones de orden social, más que como la mejor capacidad de interpretar, representar e intervenir sobre el mundo natural.

Una de las primeras respuestas de sociólogos e historiadores constructivistas fue el recurso histórico a los procesos de construcción de conocimiento, y por ello sus investigaciones se dirigieron al estudio de las controversias científicas, puesto que allí se pueden observar dos momentos fundamentales de las trayectorias de los conocimientos: la ruptura de un consenso, y la formación de uno nuevo. Harry Collins, uno de los más conocidos estudiosos de las controversias científicas, afirmó que:

[9] Knorr Cetina, K. (1983), p. 190.

> El conocimiento que emerge de un *core set* [núcleo duro compuesto por quienes participan de una controversia] es el producto de un argumento que puede haber tomado muchas formas no percibidas, normalmente, como pertenecientes a la ciencia. Todas esas "tácticas de negociación", he sugerido, son intentos por romper las réplicas de los experimentadores. Algunas tácticas "no científicas" *deben* ser empleadas porque los recursos que provienen sólo del experimento no alcanzan. [...] Sin embargo, el producto de estas negociaciones, esto es, el conocimiento certificado, es en todo sentido "conocimiento científico correcto". Es conocimiento replicable.[10]

La segunda estrategia desplegada desde la perspectiva constructivista implicó un proceso de "deconstrucción" de la denominada "ciencia hecha". En efecto, si se considera que el conocimiento es el resultado de un proceso de construcción –de construcción social– es preciso analizar ese proceso. En segundo lugar, el estudio de los procesos de construcción resulta necesario para poder vincular las dos esferas que aparecían como separadas hasta la década de 1970: el espacio de las relaciones sociales y el espacio del contenido de los conocimientos.

La clave fue hallada en una relectura de la obra de Thomas Kuhn. Como lo señalaron Bruno Latour y Michel Callon:

> Hay obras que tienen la virtud de reunir, en algunos conceptos bien elegidos, modos de análisis y problemas que todo parecía tornar incompatibles. Es el *tour de force* del libro de Thomas Kuhn, publicado por primera vez en 1962, que propuso una síntesis que parecía improbable y que se sostiene en una palabra mágica, portadora de todas las ambigüedades: la de paradigma.
>
> Primera síntesis exitosa lograda por Kuhn, aquella que vuelve compatibles la explicación por las estructuras de pensamiento y la explicación por las estructuras sociales que reunifica las dos trascendencias. [...] Cuando uno lee *La estructura de las revoluciones científicas* se pregunta qué prejuicio había podido volver esas tesis antagónicas. Para volverlas compatibles, es suficiente con decidir que

[10] Collins, H. (1985), p. 143.

> todo grupo tiene una doble existencia: social y cognitiva. [...] Ambas son indisociables, y el grupo no podría definirse por afuera de las concepciones del mundo que sus miembros comparten y que estructuran los conocimientos que aquél produce; recíprocamente, sin los mecanismos sociales de integración, aprendizaje, transmisión de la matriz cultural, ésta desaparecería y no tendría ninguna consistencia. Con esta solución, todo se vuelve inextricablemente socio-cognitivo: los argumentos, las pruebas, los problemas de investigación no podrían ser separados del juego social del cual son una parte sustantiva. No sirve de nada distinguir las dos dimensiones: la ciencia es heterogénea.[11]

Para producir toda esa innovación en la interpretación de la ciencia, los sociólogos de la década de 1970 consideraban necesario operar, paralelamente con el cambio conceptual, un profundo cambio de orden metodológico. Debían estudiar *la ciencia mientras se hace*, en vez de estudiar la *ciencia hecha*. Mientras esta última aparece como "sacralizada" y "naturalmente verdadera", es decir, oculta las condiciones de su producción, observar la ciencia mientras se hace nos muestra su carácter efectivamente construido.

En ese proceso de construcción no hay un recurso a la naturaleza, sino a las relaciones sociales y, sobre todo, a las estrategias de los actores, quienes intentan imponer su perspectiva a los otros actores y, para ello, buscan conformar una alianza que sea más poderosa que quienes se oponen a ellos. Luego, pero sólo después de que una controversia está resuelta, un *hecho* adquiere la fuerza de un enunciado indiscutible y, entonces, el mundo natural resulta representado por ese enunciado. Nunca antes, es decir, la naturaleza no tiene nada que ver *durante* un proceso de desarrollo de un enunciado y, sobre todo, mientras subsiste la controversia. El mismo Latour señala las dos caras de la ciencia, bajo la forma de los dos rostros de Jano, el joven y el anciano:

[11] Callon, M. y Latour, B. (1991), pp. 17-18; Merton, R. (1968).

CIENCIA HECHA (Rostro anciano)	CIENCIA MIENTRAS SE HACE (Rostro joven)
Es suficiente considerar los hechos	Deshágase de todos los hechos inútiles
Elija la máquina más eficaz	Decida en qué debe consistir la eficacia
Una vez que la máquina funcione, todos se convencerán	La máquina funcionará cuando todas las personas involucradas se convenzan
Cuando las cosas son verdaderas, se mantienen	Cuando las cosas se mantienen, comienzan a ser verdaderas
La ciencia no se deja intimidar por una multitud de opiniones	¿Cómo ser más fuerte que una multitud de opiniones?

Pero: ¿dónde observar los hechos y cómo se producen? La mirada "desde afuera" de los espacios en los que se produce el conocimiento -es decir, la perspectiva externalista propia de la sociología tradicional- ya había sido suficientemente criticada. Así, el camino que se va imponiendo es el de penetrar en los espacios donde la ciencia efectivamente se produce, y ello nos lleva al descubrimiento (valga la paradoja) del laboratorio como lugar de observación. Cómo se llegó hasta allí y qué tipo de análisis ello suscitó es el tema que analizamos a continuación.

2. ¿DESCUBRIMIENTOS SIMULTÁNEOS? LOS LABORATORIOS COMO "NUEVO" OBJETO DE LOS SOCIÓLOGOS

Como señalamos, Robert Merton, pionero de la sociología de la ciencia, estudió entre la década de 1930 y el fin del siglo XX diferentes aspectos relacionados con la estructura y la dinámica de las comunidades científicas, con sus mecanismos de estratificación, sus estrategias de legitimación, sus vínculos con la sociedad, sus luchas por las

prioridades, los descubrimientos simultáneos, los modos de reconocimiento y prestigio, entre otros problemas. Estableció, desde entonces. las bases de una nueva sub-disciplina, así como de un fuerte programa de investigaciones, con múltiples y notables discípulos en diversos continentes. Sus investigaciones lo llevaron a realizar aportes significativos que fueron más allá de la ciencia, y apuntaron al fortalecimiento de una perspectiva sociológica inscripta en la tradición del estructural-funcionalismo.

La reflexión de Merton no se refiere a las ciencias sociales y a sus hallazgos, sino a las llamadas "ciencias duras" y sus descubrimientos. Además, si parece difícil hablar, sin más trámite, de "descubrimientos" en relación con las ciencias exactas y naturales, esta misma noción aparece como mucho más problemática en lo que se refiere a las ciencias sociales y resulta, seguramente, difícil de sostener. De hecho, hace muchas décadas que la sociología del conocimiento descartó la idea de descubrimiento, entendido como el "develamiento de aquello que está oculto" a la espera de que, ora el genio individual, ora el trabajo sistemático colectivo, establezcan las formas, el funcionamiento o las leyes del mundo natural y los ofrezcan al entendimiento humano. En su reemplazo, se propuso el conocimiento como una actividad social de conformación de objetos, de procesos de representación, de diseño de instrumentos y técnicas y de mecanismos de intervención.

Y, sin embargo, a pesar de todo ello, hay un caso interesante, muy semejante a un "descubrimiento simultáneo", que se produjo en la segunda mitad de la década de 1970: cuatro investigadores de las ciencias sociales -sociólogos, antropólogos- se introdujeron, "casi por primera vez",[12] en laboratorios de investigación científica, para estudiarlos de un modo sistemático, a partir de observaciones *in situ*, sin que ninguno de ellos estuviera al tanto -durante cierto tiempo- del trabajo de sus colegas.

Además de la coincidencia en el tiempo, estos estudios coincidieron en el lugar geográfico: laboratorios de los Estados Unidos, más aun, laboratorios de la costa Oeste de los Estados Unidos, en California. Ellos cuatro fueron el francés Bruno Latour, quien investigó en el laboratorio Salk, el británico Michael Lynch, quien trabajó -igual que Latour- sobre un laboratorio dedicado a la neurobiología, la estadounidense Sharon Traweek, quien investigó un departamento de física de partículas, y la suiza/alemana Karin Knorr Cetina, que lo hizo en un instituto de microbiología y proteínas vegetales en Berkeley. Este último trabajo es el que se presenta en este libro.[13] Estos estudios -y otros que se emprendieron por esos años- compartían un conjunto de supuestos fundamentales, aunque diferían en algunos matices -más o menos importantes- de sus aspectos metodológicos y conceptuales.

Junto con el "descubrimiento" del laboratorio, al mismo tiempo como *objeto de investigación* y como *lugar de observación*, los sociólogos tuvieron su propia disputa acerca de "quién llegó primero". Es decir, y valga la paradoja, parecieron sucumbir ante otro de los tópicos mertonianos: la lucha por las prioridades. Así, la propia Knorr Cetina, citándose a sí misma, creyó necesario enfatizar, en 1995, que el suyo era "*uno de los primeros* estudios de laboratorio".[14] Por su lado,

[12] Estrictamente hablando, no se trataba de la primera vez que los sociólogos ingresaban a los laboratorios para estudiarlos: ya entre 1971 y 1972, un equipo conducido por los franceses Gérard Lemaine y Bernard-Pierre Lécuyer (este último discípulo de Merton) había realizado una investigación en seis laboratorios de física y seis de biología en Francia. Sin embargo, las razones por las cuales este estudio no suele ser tomado en cuenta son dos: por un lado, porque la perspectiva teórica estaba más próxima al funcionalismo que a la "nueva" sociología del conocimiento; en segundo lugar, porque nunca se publicó oficialmente, sino que más bien circuló como "publicación institucional" del CNRS. Véase Lemaine, B. y Lécuyer, B-P. (1972).

[13] Los estudios fueron publicados bajo los siguientes títulos: *Laboratory Life, the social construction of scientific facts*, de Bruno Latour y Steve Woolgar; *Art and Artifact in laboratory science: a study of shop work and shoptalk in a research laboratory*, de Michael Lynch; *The manufacture of knowledge: an essay on the constructivist and contextual nature of science*, de Karin Knorr Cetina; y *Bean Times and Life Times: the World of Particle Physics*, de Sharon Traweek.

[14] Knorr Cetina, K. (1995), p. 148 (las cursivas son mías).

Latour y Woolgar (aunque el trabajo lo realizó Latour solo, el libro lo escribieron juntos), en el Postscriptum a la 2ª edición, señalan:

> Cuando, en 1979, apareció la primera edición de *Laboratory Life*, fue sorprendente darse cuenta de que se trataba del primer intento por hacer un estudio detallado de las actividades cotidianas de los científicos en su hábitat natural. Los científicos en su laboratorio estaban probablemente más sorprendidos que nadie de que ése fuera el único estudio de este tipo.[15]

Michael Lynch, otro de los cuatro pioneros, les responde unos años más tarde señalando que

> [...] Puesto que fue el primero de los estudios en publicarse, algunos analistas trataron erróneamente el trabajo etnográfico de Latour y Woolgar como el primer "estudio de laboratorio". Lamentablemente, Latour y Woolgar se otorgan retrospectivamente a sí mismos el crédito por el extendido malentendido acerca de su originalidad [...].[16]

Sin embargo, y más allá de las disputas por las prioridades, la simultaneidad de los "estudios de laboratorio" responde, según mi perspectiva, a otra razón: la inmersión de sociólogos y antropólogos en esos espacios, hasta entonces reservados, "privados" aunque públicos, se inscribe en un movimiento más amplio, una verdadera "marca de época": la del "giro constructivista" que se operó a partir de la publicación del libro de Bloor, para tomar un mojón tal vez un poco arbitrario. De hecho, su alcance ha sido tanto o más vasto que el paradigma funcionalista-normativo que lo precedió desde la década de 1940.

Como señalábamos en el acápite anterior, la sociología del conocimiento de los años 1970 se propuso dejar atrás los supuestos acerca

[15] Latour, B. y Woolgar, S. (1986), p. 275.
[16] Lynch, M. (1993), p. 91.

de lo que los científicos "deberían hacer", y comenzó a interrogarse acerca de lo que "realmente hacen". Ello implicó cambiar el nivel de análisis: los trabajos que se habían desarrollado hasta entonces se orientaron al estudio de la comunidad científica (R. Merton, W. Hagstrom), el campo científico (P. Bourdieu), las disciplinas científicas (J. Ben-David) o los colegios invisibles (D. S. Price, D. Crane). Pero ese nivel (agregado) no permite observar las prácticas concretas, situadas, de los investigadores. Para observarlos, era necesario ingresar a los lugares donde el conocimiento resulta efectivamente producido. Para expresarlo de un modo que ha sido muy popular, se trataba de abrir la *caja negra* de la ciencia: era necesario mostrar los procesos que ponen en relación las dimensiones sociales con los contenidos específicos de los conocimientos (los aspectos técnicos y cognitivos) para dejar de considerarlos como universos separados, como lo había hecho la sociología funcionalista.

En efecto, el laboratorio va a ser el *locus* donde se observan, al mismo tiempo, las dimensiones de orden social y las dimensiones de orden cognitivo sin que se pueda (o se deba) distinguir, *a priori*, a cuál de ambas esferas pertenecen las prácticas que allí se observan. Genéricamente (puesto que los diferentes abordajes presentan diferencias entre ellos que luego comentaremos), los estudios de laboratorio se caracterizaron por las siguientes premisas:

- el laboratorio como un lugar "ordinario" (y no "extraordinario"), desacralizando la ciencia;
- una nueva perspectiva metodológica, para estudiar la ciencia "mientras se hace";
- el concepto de *negociación* de sentidos y objetos;
- el carácter localmente situado de las prácticas.

Hasta la década de 1970, el espacio de los laboratorios aparecía rodeado por un principio rector que los organizaba como tales: la racionalidad que gobernaba las acciones de los científicos. Naturalmente, Merton y los demás reconocían que los científicos estaban inmersos en un contexto social que los condicionaba. Pero ello condicionaba a los

científicos, no *a la ciencia*, que permanecía inmune a dichas influencias, organizadas en torno de un *método* común y aceptado por todos.

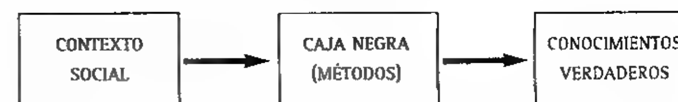
El programa mertoniano había producido una *división social del trabajo* entre sociología y epistemología o historia (internalista) de la ciencia. Así, se estableció que mientras la primera se ocupaba de los "factores sociales" que enmarcan las prácticas científicas, la segunda se ocuparía del contenido de los conocimientos, de los modos de razonar de los científicos, del uso de los instrumentos, de la formulación de teorías, de los métodos utilizados. El reconocimiento de estas dos esferas es un paso importante que algunos autores llamaron la "simetría parcial", en la medida en que estableció una simetría entre la ciencia (entendida como institución) y otras instituciones sociales, pero lo hizo de un modo parcial, en tanto no estableció ninguna relación de mutua explicación entre el funcionamiento interno de ambos tipos de institución.[17]

De hecho, Merton reconocía que los factores sociales enmarcaban el desarrollo de conocimientos, y que éstos tenían consecuencias sobre las otras instituciones, pero los mecanismos por los cuales los conocimientos eran producidos era un territorio prohibido. Así, los conocimientos eran semejantes a los aspectos técnicos de cualquier artefacto de uso doméstico que se usa familiarmente, pero cuyo funcionamiento se ignora. Por ejemplo, el funcionamiento de un televisor para alguien completamente ignorante de sus aspectos técnicos aparece como "mágico" o, al menos, con un alto grado de esoterismo.

Así, algunos autores postularon que existía una verdadera "caja negra" de los conocimientos, que tendría la siguiente forma:[18]

[17] Para una comparación de las diferentes formas de simetría, véase Mattedi, M. A. (2004).

[18] Si bien el concepto de caja negra fue propuesto por Richard Whitley (1972), quien formuló la idea por primera vez fue, para sorpresa de muchos lectores, Mario Bunge.



La sociología de inspiración constructivista se propuso, pues, abrir la caja negra, mostrar su contenido y ponerlo en relación con el contexto (social, institucional, político, cultural) en el cual está inserta. Y los laboratorios debían constituirse en el sitio ideal para *abrir* la caja negra.

Lo primero que señalaron los estudios de laboratorio fue que estos espacios eran tan particulares como cualquier otro espacio social. Es decir, se trataba de un espacio "ordinario", como un abordaje contrapuesto a la idea de que los laboratorios -y las prácticas que allí tienen lugar- son espacios "extraordinarios". Así, los investigadores que se sumergieron en los laboratorios quisieron captar *la vida cotidiana* de estos espacios particulares. En este sentido, afirman Latour y Woolgar que

> El centro de nuestro estudio es el trabajo rutinario que se desarrolla en un laboratorio concreto. La mayor parte del material que orienta nuestra discusión se recogió *in situ* observando la actividad de los científicos en un escenario. Sostenemos que muchos aspectos de la ciencia descritos por los sociólogos tienen que ver con las minucias de la actividad científica que ocurren rutinariamente.[19]

La propia Knorr Cetina hace una afirmación similar, cuando señala que

> [...] el estudio de los laboratorios hizo evidente el espectro completo de actividades implicadas en la producción de conocimiento. Mostró que los objetos científicos no son sólo fabricados "técnicamente" en los laboratorios, sino que están inextricablemente construidos simbólica y políticamente.[20]

[19] Latour, B. y Woolgar, S. (1986), p. 35.

[20] Knorr Cetina, K. (1995), p. 143.

Este aspecto resulta crucial: ¿por qué *todas* las actividades que desarrollan los científicos resultan significativas para explicar la producción de hechos científicos? Uno podría pensar que, si se trata de observar los modos por los cuales los científicos y los técnicos producen el conocimiento -los *hechos* científicos- sólo deberían ser observadas las prácticas vinculadas directamente con dicha construcción, del mismo modo que la sociología del trabajo observaría los procesos de organización jerárquica, las máquinas, el tipo de materias primas involucradas, los productos obtenidos, etc. Y no prestaríamos atención, allí, a las conversaciones de los obreros, los técnicos o el personal administrativo.

Por el contrario, los estudios de laboratorio que se desarrollaron desde la segunda mitad de la década de 1970 estuvieron lejos de producir "informes técnicos" del trabajo de los científicos, sino que ofrecieron detalladas descripciones sobre la vida cotidiana de los laboratorios, incluidos aspectos tales como el discurso de los científicos, tanto en sus conversaciones formales como informales, de sus relaciones con las máquinas y los equipos y de muchos otros aspectos que para los propios científicos parecerían por completo irrelevantes en la explicación de los procesos de investigación científica. Diversas explicaciones se pueden ofrecer para intentar dar cuenta de esta decisión metodológica. La primera se refiere a la necesidad de desacralizar el mundo de la ciencia, así como una historia social "moderna" que nos muestra la vida cotidiana de los "héroes" los mostraría como individuos "de carne y hueso". Es posible pensar a ciertos *personajes* históricos en actividades prosaicas -digamos, por ejemplo, Simón Bolívar angustiado por cólicos hepáticos y yendo al baño a cada rato, como lo exhibe García Márquez en *El General en su laberinto*, o José de San Martín enfermo de gota y sufriendo el cruce de los Andes a caballo, en vez de la enhiesta figura que sueña con la libertad del continente-. Del mismo modo, mostrar que los científicos son personajes que, lejos de las inspiraciones geniales de la historia hagiográfica, son sujetos sociales plenos de dudas, conflictos e intereses, permitiría extremar el argumento acerca del carácter ordinario de la ciencia, bajándola del santuario y situándola en pie de igualdad con cualquier otra actividad social.

La segunda explicación tiene que ver con la inspiración etnográfica que predominó en los primeros estudios de laboratorio. De hecho, la etnografía tenía una larga tradición en el estudio de "otras" culturas (eufemismo por aquello que era extraeuropeo), que podría ser comprendida retrospectivamente como los intentos originales de las sociedades colonizadoras por comprender aquellas culturas que se presentaban como "diferentes" (en el mejor de los casos), o aun como "primitivas" (en la interpretación más frecuente). De un modo provocador -habitual en él- Bruno Latour señala al respecto:

> Mientras que ahora disponemos de un conocimiento sumamente detallado de los mitos y los rituales de tribus exóticas, permanecemos relativamente ignorantes sobre otra tribu, tan cercana a nosotros, la de los científicos, cuyo trabajo, por lo general, se anuncia con bombos y platillos en relación con las importantes consecuencias que ello tiene sobre nuestra civilización.[21]

Es fácil imaginar el considerable impacto que tuvo esta comparación entre, digamos, los Bantús (el ejemplo lo pone el propio Latour) y los científicos. La afirmación tenía, sin embargo, más elementos autojustificatorios que, estrictamente hablando, de provocación: los sociólogos necesitaban explicar, en particular a los propios científicos -y también a los otros sociólogos-, por qué iban a inmiscuirse en esos espacios, hasta entonces cerrados a la indagación de las ciencias sociales y despojados, por lo tanto, de todo interés analítico.

Vale la pena completar este abordaje con un concepto que ya ha sido avanzado por la propia Knorr Cetina en diversos textos: en definitiva, se trata más bien de desarrollar estudios "en" laboratorios, más que trabajos "de" laboratorio, en la medida en que se trata de poner en juego diversos conjuntos de dimensiones sociales que no pueden ser pensadas sólo como "propias" del laboratorio. En efecto, para ella

[21] Latour, B. y Woolgar, S. (1986), p. 25.

el laboratorio es un espacio donde se "perfecciona" el orden natural, pero es también un lugar donde se "actualiza" el orden social: éste último no puede, por lo tanto, ser pensado como una "invariante" que influye en lo que ocurre en diversos espacios sociales (como el laboratorio), sino que se trata de un orden cambiante y en permanente tensión en cada espacio "local". Por ello, el laboratorio, como espacio social de reconstrucción (y de producción) de sentido, ofrece un sitio de observación privilegiado para dar cuenta de estas complejas dinámicas sociales.

La opción por los estudios de laboratorio no se presenta como una alternativa *excluyente* a las otras corrientes, sino más bien como la *otra cara de la moneda* de, por ejemplo, los mecanismos a través de los cuales son negociados los consensos en el contexto de una comunidad científica. Karin Knorr Cetina pretende avanzar algunos pasos más, puesto que lo que está en cuestión no es sólo el modo de abordar sociológicamente la producción de conocimiento científico, sino el abordaje propio de la *sociología en general*. La referencia clave es la determinación de los niveles *micro* y *macro* de la investigación en sociología. Y es precisamente esta distinción la que la autora pretende derribar. Para ello, plantea que el intento deberá ir en la dirección de reconstruir una perspectiva macrosociológica, tomando como punto de partida una perspectiva microsociológica: propone una hipótesis que denomina de *representación*, y con la cual pretende superar los intentos previos (hipótesis de *agregación* de Randall Collins e hipótesis de las *consecuencias inesperadas* de Harré), que plantea que lo "macro está activamente construido y continuado *desde el interior* de la acción microsocial, mientras que las otras hipótesis piensan el macro-orden como un fenómeno *emergente* compuesto por la suma de los efectos de micro-eventos". Si se llevara hasta el límite la hipótesis de la representación, deberíamos negar la existencia de un orden macro-social diferente de aquél de las macro-representaciones producidas de un modo rutinario en el curso de la acción micro-social.

3. Variaciones sobre el método

Ya vimos que la mayor parte de los autores –como Latour y Lynch– atribuyen al trabajo etnográfico un papel fundamental para captar la "vida cotidiana de los laboratorios", y Knorr Cetina no escapa a la misma perspectiva. Sin embargo, lo que se entiende por *etnografía* tiene sentidos bien diferentes para cada uno de los autores. Latour recurre a una particular ficción de un observador: haciendo uso de un artilugio interesante, en cada capítulo del libro el observador toma distintas formas: "un perfecto ignorante que ingresa en el laboratorio como en otros tiempos se metía entre los Bantús", o bien "un historiador batallador en guerra contra la epistemología que deconstruye la exacta veracidad de un hecho científico" o "un etnometodólogo atento a las competencias propias de los investigadores, cuyo lenguaje comienza a comprender" o, finalmente, "un sociólogo completamente clásico".[22]

Michael Lynch, en cambio, discípulo de Harold Garfinkel, se formó dentro de la etnometodologia. Ambos definen a esta última, en relación con el estudio de la ciencia, como

> [...] una *disciplina fundacional*. A diferencia de otros intentos que pretenden hallar los fundamentos de la ciencia en creencias cognitivas, supuestos tácitos, prejuicios temáticos mantenidos por la comunidad, o acuerdos omisos, los estudios etnometodológicos intentan descubrir y demostrar cómo las distintas prácticas científicas se componen y recomponen mediante las *conversaciones locales* y el carácter *ordinario* de las actividades disciplinarias incorporadas.[23]

Lynch critica duramente la perspectiva metodológica de Latour y Woolgar. Según él, el observador de Latour describe sólo lo que encuentra inteligible en el laboratorio: marcas, textos, intercambios

[22] Latour, B. y Woolgar, S. (1986), p. 28.
[23] Lynch, M., Livingston, E. y Garfinkel, H. (1983) (las cursivas son mías).

conversacionales, actividades rituales, y equipamiento extraño. Según Lynch, ello deja abierta la cuestión acerca de si el etnógrafo puede tener éxito en la tarea de poner entre paréntesis todos los "preconceptos nativos", especialmente cuando éstos incluyen supuestos canónicos sobre el método científico compartidos por ¡sociólogos y antropólogos![24] El argumento central de Lynch es el ataque a la diferenciación que hacen estos autores respecto de que la representación precede al objeto representado y, por lo tanto, analizan separadamente las prácticas "científicas" y el discurso "de los científicos" como dos espacios bien separados. En buena medida, las explicaciones pasan por el modo en que se trata el lenguaje que se utiliza. Lynch señala que

> [...] los estudios constructivistas [como los de Latour y Woolgar] no demostraron empíricamente que "los hechos científicos son construidos", puesto que ello está supuesto desde el comienzo. Sería más adecuado decir que demuestran que se puede usar un vocabulario constructivista para escribir detalladamente una descripción de las actividades científicas.

Y finaliza planteando que

> [...] existe una "combinación" de cuestiones epistemológicas y tópicos metodológicos. Esto se refiere a colapso entre ideología-crítica y explicaciones de sociología del conocimiento. Esta ruptura se produce cuando las descripciones sociológicas utilizan expresiones del lenguaje ordinario que conllevan crítica, escepticismo o aceptación de los "métodos" o "creencias" descriptas.[25]

Ahora bien, si la observación de las prácticas de los científicos es fundamental para comprender de un modo "realista" los procesos de fabricación de conocimiento, entonces el problema del observador se

[24] Lynch, M. (1993), p. 97 (la cita no es textual, y el énfasis es mío).
[25] *Ibid.*, p. 115.

plantea de un modo central. Dicho de otro modo: ¿cómo y qué observar dentro de los laboratorios?, ¿con qué herramientas? Y, finalmente: ¿cómo dar cuenta de esas observaciones? Estas preguntas fueron abordadas de modos bien diferentes por cada uno de los autores que se internaron dentro de las paredes de los laboratorios. Veamos.

Latour parte de considerar a un observador análogo al de la antropología "tradicional": se trata de alguien que observa a los científicos como quien trata con los nativos de un grupo étnico "extraño" a su cultura, y es portador de una mirada que se estructura a partir de una "rareza antropológica" con su objeto. Ello lo conduce -paradójicamente- más bien a disolver que a enfatizar el carácter exótico de la ciencia y a la posibilidad de hacer un análisis que él mismo denomina "irreverente". Un punto crucial -y muy discutido- de la estrategia de Latour consiste en proponer un observador "ignorante" de cuestiones científicas. La afirmación es sorprendente:

> Consideramos que la aparente superioridad en cuestiones técnicas de los miembros del laboratorio es insignificante, en el sentido de que no consideramos que un conocimiento previo sea un prerrequisito necesario para entender el trabajo de los científicos. Esto es semejante a la negativa de un antropólogo a inclinarse ante el conocimiento de un hechicero primitivo. Para nosotros, el peligro de "convertirse en nativo" es mayor que las posibles ventajas del rápido acceso y el establecimiento rápido de compenetración con los participantes.[26]

Esta cuestión remite a la adopción de una actitud explícitamente *ingenua* o *ignorante* de los contenidos científicos: para sus defensores, el desconocimiento de los aspectos técnicos -o científicos- no sólo no constituye un inconveniente, sino que se presenta casi como un requisito importante para la construcción de una mirada *extraña* al laboratorio. Esta perspectiva implica algunos riesgos. El primero es una dificultad práctica: ¿durante cuánto tiempo puede un investigador

[26] Latour, B. y Woolgar, S. (1986), p. 52.

permanecer "*naïf* e impoluto" respecto de los contenidos de un campo disciplinario particular? A poco de andar recorriendo el mundo del laboratorio, el sociólogo comienza a reconocer los instrumentos, a distinguir diferentes tipos de operaciones, de prácticas, comienza a establecer correspondencias entre los discursos informales y las discusiones de laboratorio con las experiencias que observa a diario, comienza a ser capaz de leer y, al menos de un modo rudimentario, de comprender, lo que significan ciertas experiencias, se le hace más inteligible la jerga desarrollada en los *papers* publicados o discutidos en el laboratorio, etc. En breve comienza a adquirir, es cierto que muchas veces con dificultades y lentamente, algo equivalente a las "competencias nativas" propuestas por Harry Collins. Una vez que el sociólogo ha pasado por este verdadero rito de iniciación en un laboratorio, durante un tiempo prolongado: ¿es acaso capaz de seguir "virgen" frente al esotérico mundo de la producción de conocimientos?[27]

El segundo riesgo es más importante: no entender las prácticas mismas de los científicos, y la relación de dichas prácticas con el contenido del conocimiento producido. Cuando se adopta una estrategia "ingenua" o deliberadamente ignorante de los contenidos disciplinarios del campo que se pretende estudiar, aumenta considerablemente el riesgo de hacer interpretaciones forzadas, y hasta absurdas, de las relaciones entre los actores sociales y los productos que ellos "fabrican".

En cuanto al modo en que se presentan los datos, Latour y Woolgar eligen la construcción de un observador "ficticio", que toma diferentes formas: un etnólogo que registra todo lo que ocurre en el laboratorio en su cuaderno de notas, un historiador riguroso que da

[27] Podríamos aceptar que si, en sucesivas "inmersiones", este sociólogo imaginario se dedicara a indagar campos científicos muy alejados, en cada nueva investigación podría aducir cierto grado de virginidad, si no con la investigación científica en general, al menos con dicho campo disciplinario en particular. Quedaría por demostrar, sin embargo, la utilidad de semejante estrategia, toda vez que (si exceptuamos aquí los estudios comparados entre campos disciplinarios), la acumulación de informaciones, de observaciones, en suma, de conocimientos sobre un campo en particular, suele constituir un *desideratum* de la mayor parte de los programas de investigación.

cuenta de la construcción de un hecho científico, un sociólogo que muestra las relaciones sociales en el interior del laboratorio, etc. El supuesto que subyace allí es que el laboratorio se presenta bajo un determinado *orden* construido por los propios científicos a través de sus discursos y sus justificaciones. Y la tarea del sociólogo –o antropólogo– es la de "desmontar" ese orden, dar cuenta del desorden y, a través de las diferentes operaciones representadas por los diferentes observadores, reconstruir un nuevo orden que exprese –tal como señalamos más arriba– no la ciencia cristalizada y estática, sino la ciencia "mientras se hace", su propia dinámica de producción.

Knorr Cetina también toma como punto de partida el supuesto de que los hechos científicos son *construidos*. Por lo tanto, lo que el sociólogo encuentra cuando penetra en el laboratorio es un lugar "ordinario": acumulación, en un espacio físico, de instrumentos y dispositivos, mesas y sillas; armarios llenos de frascos de vidrio con sustancias químicas; heladeras y *freezers* que contienen muestras cuidadosamente etiquetadas y materias primas; muestras de sangre de ratones. Ya sea que estas muestras hayan sido preparadas por los científicos o compradas en el exterior, de cualquier modo son, igual que los instrumentos, productos del esfuerzo humano tanto como los papeles que están sobre un escritorio. Su conclusión es tajante: "la naturaleza no se encuentra en el laboratorio, a menos que se la defina desde el principio como el producto del trabajo científico".[28]

Así, Knorr Cetina se sitúa como un observador *externo* que pretende interpretar los procesos que se desarrollan en el interior del laboratorio sin dar por supuesto, en principio, más que lo que resulta *directamente observable* en la práctica cotidiana. Fundamentalmente, la construcción de conocimiento tiene lugar como consecuencia de diversas series de decisiones. A cada paso, los científicos se confrontan con diferentes decisiones posibles, y deben aplicar entonces diferentes criterios prácticos para decidir entre diversas opciones. Aun cuando el trabajo es realizado a través de una computadora, esta pro-

[28] Knorr Cetina, K. (1981).

gramación se realiza sobre la base de criterios establecidos de antemano por el científico. De modo que, además, cada selección está basada en un conjunto de selecciones anteriores. Según la autora, el carácter *artificial* del laboratorio -que es la herramienta más importante del científico- descansa en el hecho de que en todos los casos se trata de materializaciones de selecciones anteriores: el trabajo del científico consiste en las re-inversiones (en el sentido monetario) de trabajo previo en un ciclo en el cual las selecciones generadas por el trabajo científico y sus equivalentes materiales son ellas mismas el contenido y el capital del trabajo.[29]

Para dar cuenta de lo que ocurre en el laboratorio, se debe poner en práctica una metodología *sensible* a los procesos de fabricación del conocimiento, opuesta a otras que se presentaban como *frígidas*, incapaces de percibir la dinámica de los actores que trabajan. La sensibilidad apunta en varias direcciones, aunque la más importante es la de permitir una visión *muy próxima* a los fenómenos en estudio, que permita romper con la distancia tradicional en el campo hasta la época previa a los estudios de laboratorio. Como rasgos salientes de este abordaje metodológico se destacan tres elementos principales: en primer lugar, el compromiso del investigador (sociólogo), en vez de presentarse de un modo neutral o descomprometido. Es lo que la autora denomina una *intersubjetividad metodológica*. En segundo lugar, se formula la cuestión de *dar la voz* a los procesos tal como éstos se desarrollan (dejar que ellos hablen), más que intentar comprenderlos. Es lo que la autora denomina *relativismo metodológico*. En tercer lugar, se destaca el énfasis en la práctica, por sobre los llamados procesos de *cognición*: Knorr Cetina lo denomina *interaccionismo metodológico*.

La autora recurre a un concepto que es utilizado por muchos otros autores constructivistas, el de *negociación*. El objeto de la negociación no es, por cierto, lo que se va a definir socialmente como *verdadero*, sino que es una forma de leer la puesta en práctica de las relaciones de poder, para mostrar el carácter socialmente construido de las

[29] Knorr Cetina, K. (1981), p. 6.

reglas de experimentación. Así, en un excelente ejemplo, Knorr Cetina muestra cómo el patrón de un laboratorio obliga a uno de los investigadores a hacer toda una serie de gambetas (que comprenden la inclusión subrepticia de un paso clave del experimento para no ser descubierto por el "perro guardián" designado por el director) para realizar un experimento determinado a través del cual confía encontrar resultados útiles y que le darán prestigio.[30] De este modo, las reglas no aparecen como la "natural adecuación" a un siempre válido "método científico", que constituía el núcleo duro del conocimiento como *descubrimiento de las verdades ocultas*, sino que son el producto de relaciones de fuerza, de negociaciones (y, deberíamos agregar, también de *sumisiones* y de *imposiciones*).

4. La importancia de este libro

Si en los párrafos anteriores hemos logrado mostrar el contexto en el cual surgieron los estudios de laboratorio, tanto como un cambio en el nivel del análisis como en las preocupaciones teóricas que de allí emergen, estamos ahora en condiciones de preguntarnos acerca de los aportes específicos de este libro. Tal vez lo primero que podemos señalar es que, de un modo análogo al de Merton, que utilizó el espacio acotado de la ciencia como institución para mostrar "en funcionamiento" su propuesta de las teorías de alcance intermedio, Knorr Cetina utiliza como excusa al espacio de los laboratorios para dar cuenta de dispositivos culturales complejos, que exceden largamente el espacio restringido de los laboratorios.

Sin embargo, el principal aporte de Knorr Cetina consiste en que rompe con la idea de que los científicos tienen -*qua* científicos- un solo modo de razonamiento, sustentado en algunas de las variantes del método científico, donde prima la racionalidad por sobre cualquier otra modalidad, tanto en sus prácticas como en sus discursos. Por el con-

[31] *Ibid.*, pp. 40-47.

trario, esta autora desarrolla una rica sociología que muestra que los científicos pueden ser analizados según diferentes "lógicas" en movimiento: el científico como razonador "práctico", "indicial", "analógico", "socialmente situado", "literario" y "simbólico". Así, rompe con la idea unidimensional que estaba presente en la sociología funcionalista (y también en la elaboración de otros autores, como Pierre Bourdieu), según la cual los científicos se limitaban a una racionalidad instrumental que consistía en "hacer avanzar el conocimiento" y, a través de ello, ganar prestigio propio. Dicho de otro modo, el científico es un sujeto social cuyos razonamientos y prácticas no se diferencian de un modo sustantivo de otros razonamientos y prácticas sociales.

Avanzando en esta dirección, Knorr Cetina muestra, y lo muestra empíricamente –lo que no es trivial– que la distinción entre los aspectos sociales y los aspectos cognitivos es artificial. Cuando uno ingresa dentro de los laboratorios, no es posible determinar que los aspectos "técnicos" del conocimiento que impregnan las prácticas de los laboratorios, y que a menudo se presentan a los legos como algo altamente esotérico, estén desvinculados de los aspectos sociales en sentido amplio, es decir, políticos, económicos, culturales. Visto desde hoy, este problema parece estar incorporado a cierto sentido común. Sin embargo, no era el caso hace un cuarto de siglo. Dice la autora:

> Las distinciones entre lo cognitivo y lo social, lo técnico y lo referido a la carrera, lo científico y lo no científico, constantemente se desdibujan y se redibujan en el laboratorio. Además, el tráfico entre las áreas sociales y las técnicas o científicas es en sí mismo un tema de negociación científica: el conocimiento socialmente producido de hoy puede ser el hallazgo técnico científico de mañana, y viceversa.
>
> Materias no científicas se "cientifizan", no solamente en áreas de políticas, sino también dentro del laboratorio. Con el fin de llevar a la práctica nuestro interés en las preocupaciones "cognitivas" (más que en sus relaciones sociales) debemos ver las actividades reales del laboratorio *indiscriminadamente.*[31]

[31] Knorr Cetina, K. (1981), p. 20

Otro aporte fundamental que hace Knorr Cetina en este libro se encuentra en la propuesta para estudiar un tópico fundamental en la organización de colectivos científicos. Primero formula una profunda crítica a todos los modelos de análisis precedentes, que estigmatiza como "modelos cuasi-económicos" que restringen la actividad de los científicos a estrategias de intercambio, sea éste precapitalista, como Merton o Hagstrom, o de mercado, como el de Bourdieu, o de tipo institucional, como el de Ben-David, o funcionales, como el de Solla Price. Resulta particularmente importante la crítica a la noción de comunidad científica, fuertemente anclada en el sentido común de los análisis de la ciencia y, sobre todo, en el de los propios científicos. Frente a todos ellos, Knorr Cetina postula que es necesario romper con dos principios: el de autonomía y el de reduccionismo económico. Este último –dice la autora– surge de una visión externa de la actividad científica, que "supone" (en la medida en que no se sustenta en una indagación empírica situada en el interior de los laboratorios) que los científicos se limitan a hacer aportes que les permitan acumular prestigio e intercambiarlo, ya sea incrementarlo o para acrecentar la dominación dentro del campo.

Respecto de la autonomía, la autora observa que en su trabajo cotidiano en el laboratorio los científicos se relacionan tanto con investigadores de su propio campo como con científicos de otros campos vecinos, al tiempo que también se relacionan con no-científicos, en la medida en que una parte importante de sus trabajos depende de esas relaciones. Veamos el proceso de un modo imaginario: lo primero que tiene que hacer un investigador al definir una línea de investigación es buscar una fuente de financiamiento que le permita comprar equipamientos, reactivos, pagar becarios, técnicos, etc. Normalmente, las agencias de financiamiento no financian cualquier tipo de investigación, sino que tienen prioridades, metodologías, orientaciones privilegiadas, etc. Por ello los investigadores deben negociar con la agencia la obtención de los recursos que necesitan para sus proyectos. No hay ninguna razón para suponer, pues, que la naturaleza de estas relaciones, claramente "extra laboratorio" y, aun, "extra científicas" es algo

que esté "afuera" de los procesos de fabricación de los conocimientos, sino que, por el contrario, lo determinan fuertemente. Luego, algo análogo ocurre cuando se compran los equipos a empresas que se dedican a su fabricación especializada, y que habrán de condicionar fuertemente el espacio de lo posible y de lo realmente factible en la investigación propiamente dicha. Lo mismo puede decirse respecto de los reactivos, cepas de organismos vivos u otros insumos, usualmente producidos por otros laboratorios, y que resultan cruciales para poner en marcha los experimentos. También existen relaciones con las instituciones de formación superior que habrán de proveer los nuevos investigadores que se incorporan a la investigación, y cuyas capacidades técnicas resultan de una importancia fundamental para el desarrollo de las tareas de investigación.

Todas las relaciones anteriores forman parte de un conjunto que Knorr Cetina denomina "relaciones de recursos", y que comprende todas aquellas relaciones con diversos àctores que resultan indispensables para la marcha de la fabricación de conocimientos. "Recursos", por cierto, no debe entenderse como limitados a los recursos de tipo económico, sino que ellos pueden ser -y son- de distinto tipo: culturales, lingüísticos, técnicos, etcétera.

Ahora bien, cuando uno sigue el recorrido de estas relaciones de recursos, es fácil advertir que ellas exceden largamente el sentido "técnico" de los conocimientos, para internarse en vínculos con otros actores, de modo que se conforman verdaderas "arenas" cuya dimensión es variable y depende de las configuraciones propias de cada espacio particular, atravesando de un modo permanente las paredes estrechas de los espacios reducidos de los laboratorios mismos. Estas arenas son, estrictamente, *transepistémicas*, en el sentido de que están *más allá* de lo puramente epistémico o cognitivo, pero que, al mismo tiempo, resultan indispensables para comprender el conocimiento efectivamente producido. Dice Knorr Cetina:

> Así como no hay ninguna razón para creer que las interacciones entre los miembros de un grupo de especialidad sean puramente "cognitivas", tampoco hay razón para creer que las interacciones entre los miembros de una especialidad y otros científicos (o no-científicos, según su definición institucional) se limiten a transferencias de dinero, negociaciones de crédito y otros intercambios comúnmente denominados "sociales" por los científicos o los sociólogos. Si no podemos suponer que las elecciones "técnicas" del laboratorio están exclusivamente determinadas por el grupo de pertenencia de un científico a una especialidad, no tiene sentido buscar una "comunidad de especialidad" como el contexto relevante para la producción de conocimiento, y no tiene sentido excluir sin más consideraciones a cualquiera que no califique como miembro de la comunidad en cuestión.
>
> Si una partición entre referencias al grupo de especialidad y referencias a otros no puede conciliarse con el razonamiento científico relevante de las decisiones de laboratorio ¿a qué razonamiento nos estamos refiriendo, entonces? La hipótesis en este punto es que el discurso en el cual las selecciones de laboratorio se insertan señala hacia *campos transcientíficos variables*; esto es, nos remite a redes de relaciones simbólicas que en principio van más allá de los límites de una comunidad científica o campo científico, aun en sus definiciones amplias.[32]

Como se observa, el concepto de autonomía carece, aquí, de toda capacidad explicativa; antes bien, su postulación implica un límite infranqueable para comprender la dinámica de los procesos de fabricación de conocimiento.

Finalmente, este libro es importante en la medida en que, como la autora misma señala en la conclusión, "en las actuales sociedades 'tecnológicas', una hegemonía sobre lo que puede ser considerado como conocimiento parece ser sostenida por las ciencias, cualquiera sea su objeto de estudio". Esta aproximación es importante, pues se trata de una de las primeras aproximaciones a lo que, en tiempos más recientes, va a ser llamado "sociedad del conocimiento", cuyos fundamentos iniciales deben ser comprendidos en el interior de los espacios en que se produce el conocimiento al que se alude. Como señala la

[32] Knorr Cetina, K. (1981), p. 89. Véase igualmente Knorr Cetina, K. (1982).

propia Knorr Cetina en su libro más reciente, de lo que se trata, en última instancia, es del papel del saber experto que nos habla de ciertos dispositivos estructurales de los cuales el laboratorio es un excelente ejemplo:

> Sostengo que algunas de las formas estructurales que uno encuentra en las culturas epistémicas habrán de ser, o lo son ya, de una enorme relevancia en una sociedad del conocimiento. Por ejemplo, el laboratorio es una de esas formas estructurales, y las prácticas de gestión y de contenidos están asociadas a él.[33]

No cabe duda de que estas reflexiones nos proporcionan, hoy, elementos teóricos para la comprensión de los dispositivos y las estructuras que están en la base de la sociedad del conocimiento (en la que ya estamos inmersos o habremos de estarlo en el corto plazo), y resultan por lo tanto un aporte sustantivo para la comprensión de los cambios sociales, cognitivos, institucionales, culturales, que ya están ocurriendo y cuya inmediatez resulta a menudo difícil de captar para las ciencias sociales.

Referencias bibliográficas

Callon, Michel y Latour, Bruno (eds.) (1991), *La science telle qu'elle se fait. Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*, París, La Découverte.

Collins, Harry (1985), *Changing order: replication and induction in scientific practice*, Londres, Sage.

Knorr Cetina, Karin y Cicourel, A. (1981), *Advances in social theory and methodology. Toward an integration of micro and macro-sociologies*, Boston, Londres y Henley, Routledge y Keagan Paul.

Knorr Cetina, Karin (1982), "Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critique of quasi-economic models of science", *Social

[33] Knorr Cetina, K. (1999), p. 242.

Studies of Science, vol. 12, pp. 101-133 [publicado en castellano en REDES. *Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, vol. 3, Nº 7].

(1983), "The Etnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science", en Knorr Cetina, K. y Mulkay, M. (eds.), *Science Observed. Perspectives on the Social Studies of Science*, Londres, SAGE.

(1995), "Laboratory Studies: The Cultural Approach to the Study of Science", en Jasanoff, Sheila *et al.* (eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Thous y Oaks y New Delhi, Sage.

(1999), *Epistemic Cultures*, Cambridge, Harvard University Press.

Kreimer, Pablo (1996), "¿Qué investigar en un laboratorio?", en Albornoz, Kreimer y Glavich (comps.), *Ciencia y Sociedad en América Latina*, Buenos Aires, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

(1999), *De probetas, computadoras y ratones. La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia*, Buenos Aires, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

Kuhn, Thomas (1971) [1962/1970], *La estructura de las revoluciones científicas*, Buenos Aires, FCE (trad. de la segunda edición inglesa).

Latour, Bruno y Woolgar, Steve (1986), *Laboratory Life. The social construction of scientific facts*, Washington, Princeton University Press.

Lemaine, Gérard, Lecuyer, Bernard-Pierre *et al.* (1973), *Les voies du succès*, París, Editions du CNRS.

Lynch, Michael (1993), *Scientific practices and ordinary action. Ethnomethodology and social studies of science*, Nueva York, Cambridge University Press.

Lynch, Michael, Livingston, Eric y Garfinkel, Harold (1983), "Temporal Order in Laboratory Work", en Knorr Cetina, K. y Mulkay, M., *Science Observed. Perspectives on the Social Studies of Science*, Londres, Sage.

Mattedi, Marcos Antônio (2004), "Dilemas da simetria entre o contexto social e conhecimiento: a redefinição das modalidades de abordagem sociológica do problema do conhecimiento", en *Política & Sociedade. Revista de Sociología Política*, Nº 4.

Merton, Robert (1968), *Social Theory and Social Structure*, Chicago, The Free Press [trad. castellana: *Teoría y estructura social*, México, FCE, 1992].

Torres, Cristóbal (1994), *Sociología política de la ciencia*, Madrid, CIS.

Traweek, Sharon (1988), *Beamtimes and Lifetimes: The World of High Energy Physics*, Cambridge, Harvard University Press.

Whitley, Richard (1972), "Black Boxism and the Sociology of Science: A Discussion of the Major Developments in the Field", en Paul Halmos (ed.) (1972), *The sociological review monograph*, Nº 18: *The sociology of science*, Keele University.

Woolgar, Steve (1982), "Laboratory studies: a comment of the state of art", *Social Studies of Science*, vol. 12, pp. 481-498.

Prefacio

La idea de que existe una relación entre el conocimiento científico y el orden social en el cual se desarrolló fue postulada por primera vez hace aproximadamente ochenta años. Luego, esa tesis se fue diversificando en tres direcciones: ha habido quienes pensaron que existe una relación causal entre lo que se supone es la estructura sociopolítica de un período y el contenido de las teorías científicas; por ejemplo, al individualismo del capitalismo protestante se le atribuyó haber generado el atomismo físico. Esta idea de una relación entre el orden social de un período y el contenido de las teorías científicas, en un tiempo muy aceptada, ha sido resucitada en los últimos años por la escuela de Edimburgo (por ejemplo, en el reciente trabajo de D. Bloor, 1976).[1] Es una tesis muy fuerte, y se le han planteado serias objeciones. La más fundamental es quizás la de que no hay manera de decidir si existe una relación causal entre el orden social y las ideas científicas de una época o si existe alguna tercera cosa, el "Zeitgeist", sea cual fuera, que los engendra a ambos. Correlación, se puede argüir, no es causación, a menos que uno adopte las dudosas teorías de Hume.

Más recientemente ha habido una tendencia a invocar explicaciones sociales cuando resultan insuficientes las explicaciones epistemológicas, a la manera de un razonamiento del "Dios de los huecos".*

[1] Bloor, D. (1976), *Knowledge and Social Imagery*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

* "Dios de los huecos" ["God of the Gaps"], es el Dios que llena los huecos del conocimiento humano. El argumento consiste en invocar, ante un fenómeno para el cual los avances de la ciencia aún no han encontrado una explicación, la evidencia de una intervención divina en el cosmos. El origen del concepto suele remitirse a Newton; la expresión aparece por primera vez en un libro de C. A. Coulson de 1958 [N. de la T.].

Historiadores y filósofos de la ciencia como Kuhn (1962) y Feyerabend (1975)[2] han destacado lo que ven como una infradeterminación de la teoría por los datos, tanto en lo relativo al contenido como a las fundamentaciones. ¿Cómo es, entonces, que los científicos toman decisiones nítidas en cuanto a qué teoría preferir en algún momento? La debilidad que se le achaca a la explicación epistemológica de la elección de la teoría es remediada señalando el poder de la élite científica –y de los procesos sociales mediante los cuales la teoría es reclutada, modificada y algunas veces descartada– de influir sobre lo que sería racional creer. Algunos, como Toulmin (1972),[3] han llegado a proponer que debemos pensar que las élites científicas establecen "instituciones de racionalidad". Si bien no caben dudas de que la pulsión por demostrar públicamente que uno es un ser racional tiene su base en lo social y está socialmente promulgada, sería un grueso ejemplo de falacia naturalista identificar fundamentaciones con presión social. Especialmente porque podría ser que la comunidad científica mantuviera por presión social justamente aquellos criterios para la elección de teorías que mejor incorporan las prácticas que la experiencia ha demostrado que son las mejores maneras de juzgar teorías por su verdad.

Tanto esos desarrollos como sus defectos pueden explicarse si se los considera como notas al pie a la derivación original que Mannheim hace de Marx de una sociología del conocimiento. Sin embargo, recientemente ha surgido un modo de análisis mucho más sofisticado. Supongamos que en vez de posar la vista sobre la comunidad científica con Marx o aun con Goffman en mano, adoptáramos la posición del antropólogo que entra en contacto con una tribu extraña. Al principio, dado que no compartiríamos su idioma, desconoceríamos las teorías que la propia tribu se da como fundamentos y aun como naturaleza de sus actividades. La significación relativa de esas actividades sería opaca. Al entrar al laboratorio y mirar sorprendidos las cosas que suceden allí ¿qué nos sentiríamos inclinados a decir? Advertimos con cierto interés que la mayoría de la gente parece pasar la mayor parte del tiempo escribiendo y corrigiendo escritos. ¿Qué debemos sacar en conclusión de esto? ¿Para qué lo hacen? Bastante pronto comprendemos que por medio del uso público de esos escritos se desarrollan ciertas importantes relaciones jerárquicas. Nos salta a la vista un orden social equis fuertemente escalonado, marcado por la adopción de ropas simbólicas y otros avíos tales como reglas de cálculo o calculadoras de bolsillo.

[2] Kuhn, T. S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago University Press; Feyerabend, P. K. (1975), *Against Method*, Londres, New Left Books.

[3] Toulmin, S. (1972), *Human Understanding*, Oxford, The Clarendon Press.

El enfoque antropológico, como se lo podría llamar, es el foco central de este estudio. Los laboratorios son mirados con el ojo inocente del viajero en islas exóticas, y las sociedades encontradas en esos lugares son observadas con el ojo objetivo aunque misericordioso del visitante llegado de un medio cultural muy distinto. Hay muchas sorpresas que nos esperan si entramos a un laboratorio y estudiamos a un grupo de científicos con ese ánimo. La idea de que la empresa puede definirse en términos de una epistemología idealizada, ya sea la de la inducción de base experimental o la de la conjetura y la refutación empírica de los filósofos lógicos de la ciencia es rápidamente refutada. La lógica, parece, no está entre los "ídolos de la tribu". Allí donde aparece es porque se la inserta en la búsqueda de ventajas retóricas en el debate. El control experimental del pensamiento, filosofía oficial de la ciencia, está demostrablemente lejos de las consideraciones de quienes realmente practican la ciencia como modo de vida.

En versiones anteriores de este enfoque, el poder de la mirada de hacer aparecer aspectos de la empresa científica que eran sorprendentes y que necesitaban explicación estaba viciado por una adhesión casi desapercibida a una vieja y desacreditada filosofía de la ciencia, el instrumentalismo. Afortunadamente, el trabajo sociológico se ha vuelto más sofisticado, y en este estudio no hay rehenes *a priori* del destino, por vía de esqueletos positivistas en el armario, que le resten efectividad. Por cierto, la ciencia sólo tiene sentido como empresa realista, como un intento, mediante el uso de los medios disponibles, de representar verdaderamente la realidad física tal como es. De hecho este

mismo estudio es una empresa realista, un intento de representar verdaderamente el orden social de la vida en los laboratorios y en los institutos de investigación, tal como es. Al traer las cuestiones filosóficas a la superficie no como materias de prejuzgamiento sino como materias de preocupación, Karin Knorr ha desarrollado el primer desafío realmente positivo a la filosofía de la ciencia desde los días de los paradigmas y de las definiciones internas del significado.

Rom Harré
Linacre College, Oxford

Agradecimientos

Este trabajo fue posible por mi estadía con una Beca Ford en Berkeley, California, y por el apoyo del Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank de Viena. El trabajo fue realizado en el Instituto de Estudios Avanzados de Viena y el Departamento de Sociología de la Universidad de Pennsylvania en Filadelfia, que facilitó la investigación.

Durante los últimos años, he tomado ideas y aceptado ayuda de muchas personas, entre ellas Aaron Cicourel, Gerald Cole, Rom Harré, Eric van Hove, Roger Krohn, Bruno Latour, John Searle y Hans Georg Zilian. Agradezco una vez más a Richard Ogar su trabajo de edición, y a mi esposo, cuya paciencia sigo explotando. Tengo una gran deuda con los científicos del laboratorio observado, a quienes espié y cité implacablemente, y con Berkeley, que proveyó un ambiente bello y acogedor.

Capítulo 1
El científico como razonador práctico: introducción a una teoría constructivista y contextual del conocimiento

"Señor mío, los hechos son como las vacas. Si se los mira fijamente a la cara, generalmente se van."
DOROTHY L. SAYERS

1. HECHOS Y FABRICACIONES

La analogía de Dorothy Sayers entre las vacas y los hechos esconde un argumento filosófico y uno metodológico. Dado que los dos nos guiarán a lo largo de este libro, comenzaré por comentar cada uno con cierta amplitud. El filosófico es que los hechos no son algo que podemos dar por sentado, algo que pueda ser pensado como la roca sólida sobre la cual se construye el conocimiento. En realidad, su carácter es bastante problemático; tanto que, con frecuencia, si los confrontamos se esfuman. El punto metodológico es que la confrontación tiene que ser larga, dura y directa. Como las vacas, los hechos han sido suficientemente domesticados como para inmutarse por sucesos acostumbrados.

Que los hechos son ciertamente problemáticos es algo que los filósofos saben desde hace ya tiempo. Por cierto, la pregunta por la naturaleza de los hechos –el corazón de la pregunta por la naturaleza del conocimiento– es uno de los grandes motivos que explican la proliferación de teorías epistemológicas. La discusión clave es sobre dónde colocar el problema y cómo encararlo. Kant, por ejemplo, veía la cuestión como una búsqueda de las condiciones de posibilidad de la ciencia pura, y encontró la respuesta en la constitución categorial de la mente humana. En marcado contraste, una de las concepciones que hoy están muy difundidas no ve el centro del problema en la mente

humana sino en la historia social. Su propuesta es examinar las relaciones sociales de producción de las cuales se originaría la naturaleza del conocimiento.[1]

Las teorías del conocimiento recientes han tendido a transladar el problema desde la constitución de lo fáctico en el sujeto cognoscente a otras diversas ubicaciones. La más influyente, quizás, es la denominada objetivismo.[2] Para el objetivista, el mundo está compuesto de hechos, y el objetivo del conocimiento es proveer una versión literal de cómo es el mundo.[3] Las leyes empíricas y las proposiciones teóricas de la ciencia están diseñadas para suministrar esas descripciones literales. Si las leyes empíricas y las proposiciones teóricas literalmente describen un mundo exterior de facticidad, entonces una investigación sobre el significado y la interconexión de los "hechos" se convierte en una investigación sobre el significado y la interconexión de las leyes y las proposiciones. Si el conocimiento de las versiones científicas es la realidad representada por la ciencia, entonces una investigación sobre la naturaleza de lo "real" se convierte en una investigación sobre cómo la lógica de las versiones científicas preserva la estructura legislada de lo real.[4]

Pero existen otras posiciones. Para la antirrealista, por ejemplo, es precisamente esta última pregunta la que necesita ser invertida.[5]

[1] Cf. Sohn-Rethel (1972). Para una breve presentación de esta teoría en inglés, véanse Sohn-Rethel (1973, 1975) y Dombrowsky *et al.* (1978).

[2] Para un ejemplo de esta posición, véase Sellars (1963). Comentarios críticos desde diferentes perspectivas (que llevan a diferentes conclusiones) se encuentran en Bhaskar (1978) y Habermas (1971: 67 ss).

[3] Éste no es un enunciado ingenuo de la posición de los realistas empíricos, aunque puede sonar como tal. La posición ingenua sostendría que la pintura del mundo que la ciencia nos da es verdadera. En contraste, el planteo mencionado enfatiza la actitud epistémica, más que la correspondencia con resultados reales. Para otra exposición de esta cuestión, véase B. van Fraasen (1977: cap. 2, 2 ss). La formulación de Suppe es que los resultados de la investigación científica son descripciones generalizadas de la realidad que deben ser verdaderas, para que la teoría sea adecuada. Cf. Suppe (1974: 211).

[4] Cf. Habermas (1971: 69).

[5] Véanse también definiciones de la posición antirrealista desarrollada por Lakatos en su crítica a Toulmin (1976).

¿Por qué nuestro orden del mundo orientado hacia el interés, instrumentalmente generado, reflejaría alguna estructura inherente de la naturaleza? El problema de la facticidad no es exterior a la ciencia, sino interno al conocimiento mismo. La ciencia, dice Feyerabend, no es más que una familia de creencias igual a cualquier otra familia de creencias.[6] Los sistemas de creencias se desarrollan dentro de contextos sociales e históricos. En consecuencia, el estudio de la facticidad es el estudio de la historia y de la vida social. Pero si la ciencia, como la magia del Azande, es meramente un sistema de creencias, podría argumentar el objetivista, ¿no podemos inferir que ambas son intercambiables? Y si esta posición es impensable, ¿no implica esto que la discusión es de por sí una forma ingenua de escepticismo no consistente consigo mismo en el sentido de que desestima el contexto social o histórico o que postula establecer la relatividad del conocimiento? Según Marx, la marca del idealismo es olvidar que la realidad no es fabricada ni accidentalmente ni en condiciones de libre elección.[7] En vista de lo que puede ser explicado por posiciones como el "todo vale" del escéptico,[8] al realismo se lo ha llamado la única concepción "que no hace del éxito de la ciencia un milagro".[9]

[6] Para una exposición de la posición de Feyerabend, véanse sus ensayos "Explanation, Reduction and Empiricism" (1962) y " Against Method" (1970). Véanse también los comentarios más extensos en Feyerabend (1975).

[7] En relación con esto, Gouldner habla de la "descontextualización" en la que medra el idealismo, y a la cual Marx criticó pidiendo que se recuperara el carácter de clase de los fenómenos sociales (1976: 44 ss). Véase también la formulación de Giddens de que "si bien los hombres hacen la sociedad, no lo hacen meramente en condiciones de su propia elección" (1976: 102, 126), usada en su crítica a la etnometodología por su tendencia al idealismo.

[8] En su forma extrema, el escepticismo implica un tipo de idealismo. Suppe sostiene que los análisis de la ciencia de los que puede decirse que tienen consecuencias escépticas no necesariamente lo son. Afirmar que los objetos de observación existen y tienen propiedades independientes de la conceptualización es coherente con su posición. Pero la naturaleza de los objetos observados y las propiedades que vemos que poseen están determinadas por un marco conceptual del observador. Cf. Suppe (1974: 192 ss.) La consigna "todo vale" es el sello distintivo del escepticismo de Feyerabend. Dice que "el único principio que no inhibe el progreso es el de *todo vale*" (1975: 10, 23 ss.).

[9] Cf. Putnam (1971: 22).

¿Podemos decir, entonces, que el problema de la facticidad es estar ubicado en la correspondencia entre los productos de la ciencia y el mundo exterior, y que la solución hay que encontrarla en la adecuación descriptiva del procedimiento científico? Hay más de una respuesta negativa a esa propuesta. Para empezar, aun cuando el objetivismo (en consonancia con Marx) hace hincapié en los constreñimientos (aquí identificados con la naturaleza) que limitan los productos de la ciencia, se olvida del carácter constituido de esos productos. Peirce ha insistido mucho en su obra en que el proceso de la investigación científica (su "contexto de descubrimiento"), omitido por el objetivismo, es en sí mismo el sistema de referencia que hace posible la objetivización de la realidad.[10]

Así, el problema de la facticidad es en gran medida el problema de la constitución del mundo a través del procedimiento de la lógica científica, y es también el problema de la explicación y la validación. Si bien la obra de Bohm, Hanson, Kuhn y Feyerabend puede no haber dado como resultado un modelo satisfactorio del éxito científico, generalmente se les reconoce que ellos apuntaron hacia la discrepancia de significados o la dependencia de la teoría que hay en la observación científica. Esta discrepancia de significados es otro aspecto de la constitución activa de la facticidad mediante la ciencia, una cuestión sumamente perturbadora para el objetivismo.[11]

Igualmente relevante aquí es el hecho de que modelos de éxito que no exigen los supuestos básicos del objetivismo son pensables y verosímiles, y han sido propuestos dentro de las propias ciencias. Los psiquiatras, por ejemplo, han usado con mucha frecuencia terapias conductistas para tratar exitosamente desórdenes psiquiátricos mayores y menores de los que dicen no tener o no necesitar ninguna explicación descriptivamente adecuada.[12] Una mejor ilustración es quizás el ratón que huye del gato.[13] ¿Debemos suponer que el ratón corre porque tiene en su mente una representación correcta de la enemistad natural inherente del gato hacia su especie? ¿O es más posible decir que cualquier especie que no huye de sus enemigos naturales dejará de existir, lo cual nos deja sólo con aquellas que sí corrieron? Como el avance de la propia evolución, el avance de la ciencia puede ser vinculado con mecanismos que no dan por sentada esa naturaleza mimética del conocimiento.

Finalmente, el objetivismo ha sido criticado dentro de sus propias filas por presuponer un mundo factual estructurado a la manera de leyes por las conjunciones constantes de acontecimientos. De acuerdo con esta crítica, las conjunciones constantes de acontecimientos son producidas por el *trabajo* del laboratorio, que crea sistemas cerrados en los cuales cabe la posibilidad de obtener resultados no ambiguos y repetibles. Pero en la práctica, esas conjunciones constantes son las raras excepciones, raras como el éxito predictivo.[14]

En consecuencia, las leyes propuestas por la ciencia son transfácticas y reglamentaristas, más que descriptivamente adecuadas. Así, el éxito práctico de la ciencia depende más de la capacidad del científico de analizar una situación como un todo, de pensar al mismo tiempo en varios niveles diferentes, que de las leyes mismas. Igual que con cualquier juego, el ganar depende menos de las reglas que de lo que se hace dentro del espacio creado por esas reglas.

El análisis de Bhaskar sugiere que no hay una vinculación necesaria entre el "éxito de la ciencia" y los supuestos adoptados por el

[10] Véase "The Logic of 1873" para una formulación del programa de Peirce. Peirce (1931-1935: vol. 2, § 227 ss.).

[11] Véase, por ejemplo, el simposio editado por Suppe (1974) sobre la cuestión de la variación de significado de las frases de observación y sus implicaciones para la filosofía de la ciencia. La tesis se apoya básicamente en los trabajos de Bohm (1957), Hanson (1958), Kuhn (1962, 1970) y Feyerabend (por ejemplo, 1962, 1970, 1975).

[12] Cf. la terapia conductista propuesta e ilustrada por Watzlawick, Weakland y Fisch (1974).

[13] El ejemplo está tomado de van Frassen (1977: cap. 2, 45).

[14] Cf. Bhaskar (1978), en particular en el cap. 2, pp. 118 ss. para una exposición de esta crítica. A modo de ejemplo, Bhaskar dice que predecir la próxima erupción del Vesubio exigiría una completa descripción del estado de un sistema abierto que está múltiplemente determinado y controlado más allá y por encima de los constreñimientos impuestos por las leyes de la física y la química.

realismo empírico y que seguramente habría que poder explicar el éxito de la ciencia en términos muy diferentes a los de la tesis de la simetría entre predicción y explicación. Su "realismo trascendental" agrega otro aspecto al papel constitutivo que tanto el pragmatismo como el escepticismo atribuyen a la investigación científica (esto es, que el experimento es un agente causal de la secuencia de acontecimientos creada, y que las conjunciones de acontecimientos no son facilitadas por nosotros sino creadas por nosotros).[15] Al mismo tiempo, Bhaskar sostiene que las preguntas que el hombre le plantea a la naturaleza deben estar formuladas en un lenguaje que la naturaleza "comprenda", y toma los instrumentos de la ciencia como "dispositivos diseñados para descifrar el vocabulario de la naturaleza".[16]

El propósito del presente estudio es explorar cómo esas conjunciones constantes son creadas en el laboratorio (suspendiendo por el momento cualquier supuesto acerca del vocabulario de la naturaleza). Más que ver la observación empírica como una serie de preguntas planteadas a la naturaleza en un lenguaje que ella comprenda, tomaremos con seriedad todas las referencias al papel "constitutivo" de la ciencia, y veremos la investigación científica como un proceso de producción. Más que considerar los productos científicos como algo que de alguna manera captura lo que es, los consideraremos como selectivamente extraídos, transformados y construidos a partir de lo que es. Y

[15] El argumento de Bhaskar se basa en la trascendental cuestión de cómo tendría que ser el mundo para que la ciencia fuera posible. Dicho en pocas palabras, Bhaskar argumenta, a partir de la naturaleza de la actividad experimental, la cual es considerada por él inteligible sólo si el experimentador es concebido como un agente causal de una secuencia de acontecimientos pero no de la ley causal que la secuencia de acontecimientos identifica. Según Bhaskar, esto implica que existe una distinción ontológica entre leyes científicas y patrones de acontecimientos. Véase el resumen de su posición en Bhaskar (1978: 12 ss).

[16] Bhaskar (1978: 54). Bhaskar llama a aquellas cosas que existen independientemente del hombre pero de las cuales podemos tener conocimiento mediante la actividad experimental los "objetos intransitivos de conocimiento", en contraste con los "objetos transitivos"que constituyen la materia prima de la ciencia: los objetos artificiales y antecedentes.

más que examinar las relaciones externas entre la ciencia y la "naturaleza" a la cual supuestamente describe, miraremos hacia aquellos asuntos internos de la empresa científica que se nos presentan como *constructivos*.[17]

La etimología de la palabra "hecho"* nos habla de "algo que ha sido hecho", de acuerdo con su raíz en el latín *facere*, hacer.[18] Y sin embargo tendemos a pensar en los "hechos" científicos como entidades dadas, y no como fabricaciones. En el presente estudio, el problema de la facticidad es reubicado y visto como un problema de fabricación (de laboratorio). Evidentemente, entonces, damos un paso más allá de las teorías filosóficas del conocimiento y de sus preocupaciones objetivistas (o antiobjetivistas). Pero yo afirmaría que una vez que vemos la producción científica ante todo y sobre todo como el resultado de un proceso de construcción, podemos empezar a sustituir esas preocupaciones, como algunos han sugerido, por una teoría empírica del conocimiento.[19]

[17] Enunciados preliminares en la observación de la interpretación de la ciencia constructiva más que descriptiva pueden encontrarse en Knorr (1977, 1979a).

* El inglés *fact*, y el castelllano *hecho*, derivan ambos del latín *facere*, hacer. [N. de la T.]

[18] Esto me ha sido señalado por Bruno Latour.

[19] Por ejemplo, en su crítica a Carnap por no haber traducido el discurso fisicalista a términos de experiencia sensorial y de lógica, Quine argumenta que sería mejor descubrir cómo en realidad se aprende y desarrolla la ciencia: esto es, "contentarse con la psicología" más que "fabricar ficticias" reconstrucciones racionales (1969: 78).

Si bien Quine ha defendido sostenidamente los derechos de una "epistemología empírica", él nunca se convirtió realmente en el observador antropológico que avizoró en un experimento mental en su *Word and Object* (1960). Otros filósofos de la ciencia como Toulmin (por ejemplo, 1972) y Feyerabend (por ejemplo, 1975), parecidamente desencantados de lo que puede lograrse por la pura epistemología, se vieron en realidad movidos a estudiar la ciencia históricamente y sociológicamente. Ejemplos de demandas más recientes de una epistemología empírica –entendida como una investigación empírica de las cuestiones que tradicionalmente ocupan a la filosofía de la ciencia– son Campbell (1977) y Apostel *et al.* (1979). Compárense Böhme, van den Däele y Krohn (1977). No sorprende que se haya dado cada vez más énfasis a los estudios observacionales cercanos –una "antropología del conocimiento"– que a los estudios de la ciencia empíricos y macroscópicos.

2. La interpretación constructivista I: la naturaleza y el laboratorio

¿Cómo defendemos la afirmación de que la investigación científica debería ser vista como constructiva? ¿Y qué queremos decir exactamente con esta particular calificación? La primera pregunta puede responderse de manera bastante simple. Aun la más mínima participación en el mundo de la investigación científica sugiere que el lenguaje de la verdad y de la verificación de hipótesis (y con él, el modelo descriptivista de investigación) está mal equipado para referirse al trabajo del laboratorio. ¿Dónde en el laboratorio, por ejemplo, encontramos la "naturaleza" o la "realidad", tan decisivas para la interpretación descriptivista? La mayor parte de la realidad con la cual tratan los científicos es altamente preconstruida, si no enteramente artificial.

¿Qué es, después de todo, un laboratorio? Una acumulación local de instrumentos y aparatos, dentro de un espacio de trabajo conformado por mesas y sillas. Cajones llenos de utensilios menores, repisas cargadas de productos químicos y recipientes de vidrio. Heladeras y congeladores llenos de muestras cuidadosamente etiquetadas y de materiales-fuente: soluciones pulidoras y hojas de alfalfa finamente picadas, proteínas de una sola célula, muestras de sangre de ratas de ensayo y lisozimas. Todos esos materiales-fuente han sido especialmente cultivados y selectivamente alimentados. La mayoría de las sustancias y de los productos químicos son purificados y han sido obtenidos de industrias que proveen a la actividad científica o de otros laboratorios. Pero hayan sido compradas o preparadas por los propios científicos, esas sustancias no son menos producto del esfuerzo humano que los aparatos de medición o los trabajos escritos que están sobre los escritorios. Parecería, entonces, que a la naturaleza no se la va a hallar en el laboratorio, a menos que se la defina desde un principio como producto de un trabajo científico.

Tampoco encontramos en el laboratorio la búsqueda de la verdad que acostumbradamente se le adjudica a la ciencia. Sin duda, el

lenguaje de los científicos contiene innumerables referencias a lo que es y no es verdadero. Pero su uso de ninguna manera difiere del uso que hacemos todos los días del término en diversas funciones pragmáticas y retóricas que no tienen mucho que ver con la verdad epistemológica. Si hay un principio que parece gobernar la acción del laboratorio es la preocupación de los científicos por que las cosas "funcionen", lo cual apunta a un principio de éxito más que de verdad. No hace falta decir que hacer que las cosas "funcionen" –producir resultados– no es idéntico a intentar su falsificación. Ni tampoco es lo propio del laboratorio producir resultados prescindiendo de la potencial crítica. Los científicos se previenen contra ataques ulteriores previendo y respondiendo preguntas críticas antes de la publicación. El vocabulario de los científicos sobre cómo las cosas funcionan o no funcionan, o sobre los pasos que se dan para hacerlas funcionar, no refleja ninguna forma de verificacionismo ingenuo; se trata, en realidad, de un discurso apropiado a la *manufactura instrumental* del conocimiento en el *taller* llamado "laboratorio". Lograr hacer que las cosas "funcionen" es una búsqueda mucho más mundana que la de la verdad, y una búsqueda en la cual la vida cotidiana de la ciencia es constantemente convertida en créditos mediante la publicación. En consecuencia, es el logro de hacer que las cosas "funcionen" lo que se refuerza como objetivo concreto y factible de la acción científica, y no el distante ideal de la verdad que nunca se alcanza del todo.

Pero "la verdad" y "la naturaleza" no son las únicas víctimas del laboratorio: el observador encontraría igualmente difícil localizar esas "teorías" que tan a menudo se asocian con la ciencia. Las teorías adoptan un carácter peculiarmente "ateórico" en el laboratorio. Se esconden detrás de la interpretación parcial de "lo que ocurre" y se disfrazan con respuestas temporarias a las preguntas sobre "cómo-darle-sentido-a-esto". Lo que hace a las teorías del laboratorio tan "ateóricas" es su no divorcio con respecto a la manipulación instrumental. Se nos presentan, en cambio, como operaciones experimentales discursivamente cristalizadas, y están a su vez entretejidas en el proceso de realización de los experimentos.

En lugar de la conocida alienación entre la teoría y la práctica,[20] encontramos una maraña acción/cognición a la cual ya no se le puede aplicar adecuadamente la idea preconcebida de lo que es una teoría. Según los propios científicos, en la investigación las teorías son más afines a políticas que a credos.[21] Esas políticas combinan la interpretación con el cálculo estratégico y táctico, y son sostenidas por proyecciones metodológicas del "cómo-hacer". Igual que la preocupación por hacer que las cosas funcionen, las políticas están necesariamente atadas a una estructura de interés. La teoría pura, entonces, puede ser calificada de una ilusión que las ciencias han conservado de la filosofía.[22]

3. LA INTERPRETACIÓN CONSTRUCTIVISTA II: LA "CARGA DE DECISIONES"* EN LA FABRICACIÓN DE LOS HECHOS

La inexactitud de los conceptos asociados con la interpretación descriptiva de la investigación científica no sorprende, dada la trama en la cual se desarrollaron. No es menos sorprendente que un cambio en el marco de análisis del proceso real de la investigación haga surgir nuevas concepciones. Hemos dicho que ese proceso debe ser visto como *constructivo* más que como descriptivo. Seamos más específicos. La tesis que estamos considerando es la de que los productos de la

[20] Más familiar, por supuesto, a partir de las discusiones del estado epistemológico y metodológico de las ciencias sociales.

[21] En 1907, el eminente físico Joseph John Thomson dijo: "Desde el punto de vista del físico, una teoría de la materia es una política más que un credo; su objetivo es, aparentemente, conectar o coordinar diversos fenómenos, y sobre todo sugerir, estimular y dirigir experimentos" (1907: 10). Véase también Bachelard (1934).

[22] Ésta es una paráfrasis de Habermas (1971: 315), cuyo significado difiere un poco de lo que aquí se busca.

* *Decision-ladennes* en el original. Alude a que los "hechos" del laboratorio dependen de decisiones, y parafrasea el término *theory-ladennes* (carga de teoría), acuñado por Hanson. Según conocidas posiciones de la filosofía de la ciencia, la observación del científico está "cargada de teoría". [N. de la T.]

ciencia son construcciones contextualmente específicas que llevan las marcas de la contingencia situacional y de la estructura de intereses del proceso por el cual son generados, y que no pueden ser comprendidos adecuadamente sin un análisis de su construcción. Esto significa que lo que ocurre en el proceso de construcción *no* es irrelevante para los productos que obtenemos. También significa ver los productos de la ciencia como *sumamente estructurados internamente* mediante los procesos de producción, independientemente de la cuestión de su estructuración externa por la vía de alguna coincidencia o no coincidencia con la realidad.

¿Cómo podemos concebir esta estructuración interna de los productos científicos? Los resultados científicos, entre ellos los datos empíricos, han sido caracterizados como, primero y por sobre todo, resultados de un proceso de fabricación. Los procesos de fabricación involucran cadenas de decisiones y negociaciones mediante las cuales se generan sus resultados. Dicho de otra manera, necesitan que se haga una selección. Las selecciones, a su vez, sólo pueden hacerse sobre la base de previas selecciones: se basan en traducciones de otras selecciones.

Tómese el caso de un científico que se sienta ante una calculadora electrónica. Automáticamente la máquina selecciona una función respecto de la cual trama los datos. Pero para elegir entre las ocho funciones a su disposición, necesita un criterio. Esos criterios no son más que selecciones de segundo orden: representan una elección entre otros potenciales criterios en los cuales puede traducirse una selección de primer orden. En nuestro caso, el programa en concreto ofrecía una elección entre dos criterios, R^2 máximo y mínimo máximo residuo absoluto. El científico optó por una combinación de las dos.

Obtiene una función exponencial de sus datos, lo cual, dice, no le gusta. Vuelve a arrancar el programa, pidiendo una función lineal, que encuentra "no mucho peor" (que la exponencial). La idea, dice, es obtener un tipo de ecuación y más adelante un coeficiente de tamaño Beta para todas las series del problema, ya que sería totalmente confuso tener funciones diferentes para cada caso individual.

De la observación del científico podemos también sacar la conclusión de que el objetivo debe haber sido obtener una función lineal. Para llegar a una decisión, la tarea original del programa fue seleccionar una función traducida a la selección entre una o dos formas de ajuste estadístico de las curvas. Procediendo por pasos, el científico agregó traducciones a otros criterios, tales como uniformidad en los datos comparables y linealidad. En cierto momento, eligió la última porque le ofrecía mayor facilidad de interpretación y presentación.

Callon ha ilustrado recientemente cómo, en relación con la información, la relación entre oferta y demanda puede verse como una operación simbólica de traducción (Serres, 1974) que transforma una particular definición de un problema en otra particular enunciación del problema. Por ejemplo, el problema de reducir el smog urbano puede ser traducido al problema de reducir la cantidad de plomo en la nafta, o de transformar el área afectada en una zona peatonal. Eso implica que la solución del problema A requiere la solución del problema B, al cual A ha sido traducido.[23] En el presente caso, ese tipo de traducción es visto como una característica inherente de la toma de decisiones, o –para tomar prestada una expresión de Luhmann– de la selectividad en general.[24] Nos permite percibir los productos científicos como internamente construidos, no sólo con respecto al compuesto de selecciones de laboratorio que dan origen al producto, sino también con respecto a las traducciones incorporadas dentro de esas selecciones.

En otras palabras, el producto científico puede ser estructurado en términos de *varios órdenes o niveles de selectividad*. Esa complejidad de las construcciones científicas respecto de las selecciones que llevan incorporadas es interesante por sí sola, dado que parece sugerir que es improbable que los procesos científicos puedan ser reproducidos de la misma manera en circunstancias diferentes. Si un producto científico se caracteriza por varios niveles de selección (o constelaciones de selecciones), parece sumamente improbable que el proceso pueda repetirse, a menos que la mayoría de las selecciones o estén fijadas o se hagan de modo similar.

[23] Véanse Callon (1975) y Callon, Courtial y Turner (1979) para una serie de ejemplos y para el tipo de análisis del contenido cuantitativo de las redes de problemas que ellos usan.

[24] Para una exposición abarcativa del enfoque de teoría de los sistemas de Luhman, véanse sus *Soziologische Aufklärung* I y II (1971, 1975).

Dado que los científicos que trabajan en un problema se relacionan mediante la comunicación, la competencia y la cooperación, y por lo general comparten formaciones, instrumentos y estructuras de intereses similares, la última situación no es realmente inusual.[25] Pero esa traducción de selecciones no sólo hace ver a los productos científicos como construcciones complejas que incorporan capas de selectividad, sino que también (como veremos en el Capítulo IV) aporta los hilos con los cuales las selecciones de laboratorio y los productos que ellas componen se entretejen en los contextos de investigación relevantes.

Para llegar a alguna forma de cierre, las selecciones son traducidas a otras selecciones. Para romper ese cierre, las selecciones pueden ser cuestionadas en sus propios fundamentos. Se puede poner en cuestión las selecciones precisamente porque *son* selecciones: esto es, precisamente porque involucran la posibilidad de selecciones alternativas. Si los objetos científicos son selectivamente extraídos de la realidad, se los puede deconstruir, cuestionando las selecciones que incorporan. Si los hechos científicos son fabricados, en el sentido de que son derivados de decisiones, pueden ser defabricados imponiendo decisiones alternativas. En la investigación científica, la selectividad de las selecciones incorporadas en el trabajo científico previo es en sí misma un *tema* para una nueva investigación científica. Al mismo tiempo, las selecciones de trabajos anteriores constituyen *un recurso* que permite que la investigación científica ocurra: proporcionan las

[25] Esto explica la ocurrencia de "descubrimientos" simultáneos por científicos que en realidad no se roban unos a los otros. Nótese que las instituciones científicas y las formas conocidas de control social en la ciencia pueden ser vistas como una estructura amplia para asegurar que las selecciones queden en gran medida fijas, y que las restantes se hagan de una manera similar, compatible y repetible. Nótese también que podría entenderse que la interpretación descriptivista de la investigación sugiere que las constelaciones de selecciones que entran en un hallazgo científicamente producido son todas aspectos relevantes constreñidos por la propia naturaleza.

herramientas, los métodos y las interpretaciones de los cuales un científico puede servirse en el proceso de su propia investigación.

El carácter "artificial" de la herramienta más importante del científico, el laboratorio, reside en el hecho de que éste no es más que una acumulación local de materializaciones de selecciones anteriores. Las selecciones de investigaciones anteriores también afectan las selecciones subsiguientes, modalizando las condiciones de las nuevas decisiones. En consecuencia, los productos de la ciencia no sólo están impregnados de decisiones sino que también son impregnadores de decisiones, en el sentido de que señalan hacia nuevos problemas y predisponen a sus soluciones.

En resumen, entonces, el trabajo de un científico consiste en materializar la selectividad dentro de un espacio constituido por selecciones previas, y que está esencialmente sobredeterminado. En términos más económicos, podríamos decir que el trabajo científico requiere la preinversión de trabajo previo, en un ciclo en el cual las selecciones generadas por el trabajo científico y sus equivalentes materiales son ellas mismas el contenido y el capital del trabajo. Lo que se reproduce en este ciclo es la selectividad *per se*. Esta forma de auto-capitalismo respecto de la selectividad parece ser una precondición para la acumulación de resultados científicos. Puede multiplicársela mediante un aumento del número de científicos y mediante un aumento de los recursos financieros. La conversión de los productos científicos en dinero para investigación, que ha sido descripta en recientes modelos económicos comentados en el Capítulo IV, se refiere a este aspecto. También podemos decir que se refiere a la productividad científica más que a la producción científica.

4. EL LABORATORIO ¿CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO O CONTEXTO DE VALIDACIÓN?

Considerar la investigación científica como constructiva y no como descriptiva es ver los productos científicos como altamente construidos internamente en términos de la selectividad que incorporan. Estudiar la investigación científica es, entonces, estudiar el proceso por el cual se efectúan las respectivas selecciones. ¿Es que ese estudio simplemente corre el foco de análisis del contexto de justificación de los filósofos al de la generación de ideas? ¿O del campo sociológico de la formación de consensos al origen de los descubrimientos en torno de los cuales se forma una opinión?

Lamentablemente, distinciones tales como la que se plantea entre descubrimiento y validación tienden a complicar, más que a ayudar, al cientista social que empieza a poner su mirada en la investigación científica. ¿Pero debería ser así? Cuando entramos a un laboratorio, ¿no estamos en realidad dejando el contexto de la justificación para estudiar el proceso de la fabricación del resultado científico? ¿No estamos justificados al suponer que el descubrimiento y la validación son dos procesos separados, independientes uno del otro? El cientista social* está en aprietos porque la respuesta es no.

Comencemos por el aserto del filósofo de que la validación es en la práctica un proceso de formación racional de consenso dentro de la comunidad científica.[26] Dado que los validadores que conforman esa comunidad son supuestamente independientes de los productores del conocimiento, su juicio crítico constituye una base objetiva de validación. Sin embargo, si miramos el proceso de producción del conocimiento con suficiente detalle, resulta que los científicos remiten constantemente sus decisiones y sus selecciones a la respuesta esperada de determinados miembros de esa comunidad de "validadores", o a los dictados de la revista en la que desean publicar. Las decisiones se basan en lo que es *hot* y lo que está *out*, en lo que "podemos" y "no podemos" hacer, en a quién le caerán y con quién tendrán que aso-

* En la literatura sobre ciencias en castellano, el término usual para referirse a quienes se ocupan de las ciencias sociales es "cientista", mientras que "científico" se asocia a las ciencias naturales: en este caso, se ha seguido ese criterio apoyado en el uso. La distinción, sin embargo, no existe en inglés: la palabra "scientist" es general para todas las áreas de conocimientos. [N. de la T.]

[26] Cf. K. Popper (1983: 216 ss).

ciarse cuando formulen determinada afirmación. En resumen, los descubrimientos de laboratorio se hacen, como parte esencial de su sustancia, *con un ojo puesto* en la potencial crítica o aceptación (¡y en los potenciales aliados o enemigos!).

Al mismo tiempo, encontramos que las validaciones se hacen con un ojo puesto en la génesis de esos resultados que se están validando. Que determinado conocimiento presentado sea juzgado verosímil o inverosímil, interesante, increíble o sin sentido, puede depender de *quién* propuso el resultado, de *dónde* se hizo el trabajo y de *cómo* se lo logró. Los científicos hablan de los motivos y los intereses[27] que presumiblemente dieron origen al "hallazgo", de los recursos materiales de que disponía quien hizo la investigación y de "quién está detrás" de los resultados. Virtualmente identifican los resultados (y pronto volveremos sobre esto) con las circunstancias de su generación. En consecuencia, es la propia comunidad científica la que como respuesta a un nuevo aporte de conocimiento le asigna un peso crucial al contexto de ese descubrimiento.

En un nivel más general, debemos reconocer que tanto los productores como los evaluadores de aportes de conocimiento generalmente son, según aquellos que defienden la distinción entre descubrimiento y validación, miembros de la misma "comunidad". En consecuencia, se supone que comparten un acervo común de conocimientos y de procedimientos, y presumiblemente estándares comunes de evaluación, preferencias profesionales y modos de hacer un juicio. Además, los validadores de un aporte de conocimiento son, al mismo tiempo, clientes que potencialmente *necesitan* un resultado científico con el fin de promover sus propias investigaciones. Ya hemos dicho que las selecciones de investigaciones previas son convertidas en un recurso para la prosecución de las operaciones científicas, y son materia de problematización en nuevas investigaciones. De modo que los validadores de un aporte de conocimiento a menudo son los más "peligrosos" competidores y antagonistas que un científico tiene en la lucha por el crédito y la actividad científica.

[27] Véase también D. Phillips (1974: 82 ss). Phillips ha señalado que, como consecuencia, tenemos que presuponer, en oposición a Mills y a Merton, que los motivos y la posición social de un investigador son ciertamente relevantes para la evaluación que obtiene de los otros científicos.

¿Qué otra cosa significa cuando el jefe de un reconocido grupo de investigación diga que sus pedidos de subsidios han sido rechazados porque "sólo hay dos grupos fuertes en el área, nosotros y el MIT? Así que nosotros recibimos todos sus anteproyectos importantes para hacer la revisión, y ellos reciben los nuestros. Por supuesto, ellos no quieren que yo siga adelante, porque el dinero es escaso".[28] El punto es que no se puede suponer que productores y validadores que comparten métodos y enfoques, productores y clientes que necesitan de los servicios del otro y competidores que pujan por el crédito o el dinero sean al mismo tiempo independientes y, en ese sentido, objetivamente críticos. Una separación de ese tipo entre descubrimiento y validación no se sostiene si observamos la práctica científica.

Hay una segunda crítica de la separación que debemos dejar en claro. Hemos escuchado que en la práctica la validación o la aceptación es vista como un proceso de formación de consenso calificado de "racional" por algunos filósofos y de "social" por los sociólogos de la ciencia. Pero sea que se lo califique de racional o de social, el proceso parece ser un proceso de formación de opinión, y, como tal, estar ubicado en alguna otra parte que en la investigación científica misma. De allí la usual clasificación de los estudios de la investigación como indagaciones sobre el contexto del descubrimiento, con poca o ninguna preocupación por los problemas de la validación, que lleva a la conocida tesis de que los estudios de la producción del conocimiento en el laboratorio no son relevantes para las cuestiones de la aceptación.

[28] Este científico, un jefe de departamento en una universidad del mayor nivel, sugirió que los revisores incluso sabían *de quién* era el proyecto que estaban evaluando. Esto no sorprende, aun cuando los nombres son eliminados de la presentación del proyecto: el monto de dinero solicitado, el tipo de investigación propuesta, los recursos (incluidos los instrumentos) que se mencionan, todo sugiere la fuente de un proyecto, en esas áreas sumamente especializadas en las que para los científicos es una cuestión de supervivencia saber muy bien "quién" (en el más amplio sentido de la palabra) está en el área.

¿Pero dónde encontramos el proceso de validación, en algún grado significativo, sino es *dentro* del propio laboratorio,[29] si no es en el proceso de toma de decisiones del laboratorio mediante el cual un resultado anterior, un método o una interpretación propuesta son preferidas por sobre otras e incorporadas a nuevos resultados? ¿Qué es el proceso de aceptación sino un proceso de incorporación selectiva de anteriores resultados en el proceso actual de la producción de investigación? Verlo como un proceso de formación de opinión parece provocar una cantidad de connotaciones erróneas.

Hasta el momento no tenemos tribunales científicos para la formación de opinión científica, con poder legislativo sobre la realización de futuras investigaciones. Ver el consenso como un agregado de opiniones científicas individuales es erróneo, dado que a) a falta de encuestas de opinión regulares, no tenemos acceso a las opiniones dominantes, generales o promedio de los científicos relevantes, y b) es un lugar común de la sociología que las opiniones tienen una relación compleja en gran medida desconocida con la acción. Así que aun cuando supiéramos cuáles son las opiniones de los científicos, no sabríamos qué resultados serían consistentemente preferidos en la investigación concreta. Lo que tenemos, entonces, no es un proceso de formación de opinión sino un proceso en el cual ciertos resultados son solidificados mediante su permanente incorporación a investigaciones en curso. Esto significa que el locus de la solidificación es el proceso de la *investigación científica* o, en los términos introducidos antes, las *selecciones* mediante las cuales los resultados de investigación son construidos en el laboratorio.

Por cierto, los científicos expresan opiniones *sobre* los resultados de los demás en diversos contextos: conversaciones a la hora del almuerzo, comentarios después de una conferencia o sobre un artículo que alguien acaba de leer y encuentra una razón para mencionar. Pero esas opiniones son argumentaciones que dependen del contexto de articulación. No necesariamente son consistentes con los diferentes contextos ni reflejan siempre las selecciones que se harán en el laboratorio. Son estas últimas las que, con el tiempo, se transformarán en los "hechos confirmados" y en los "logros técnicos" atribuidos a la ciencia. En consecuencia, es el proceso de producción y reproducción de la investigación en el laboratorio lo que debemos mirar para estudiar el "contexto de justificación".[30]

[29] Otras áreas relevantes son las revistas y los editores, o los contextos en los cuales se toman las decisiones sobre la publicación. Los resultados que no son publicados o hechos circular de alguna otra manera efectiva obviamente tienen una posibilidad mucho menor de entrar siquiera en el proceso de validación general.

5. LA CONTEXTUALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LABORATORIO

Sumerjámonos por un momento en la idea de que estudiar el proceso de la producción de investigación en el laboratorio es en realidad estudiar parte del contexto de justificación o aceptación. La incorporación de un resultado previo en el actual proceso de investigación es vista como un potencial paso hacia la solidificación. La selección de un método o interpretación disponibles extiende su presencia (por ejemplo, a otra publicación) y prolonga su duración. Aumenta así, por lo tanto, sus posibilidades de nueva selección e incorporación.

Consideremos primero lo que los propios científicos dicen cuando se les plantea esa pregunta. De un modo muy semejante a lo que ocurre cuando un científico evalúa el trabajo de otro, se nos remite a la situación específica en la cual se adoptó la decisión. Cuando pregunto, por ejemplo, por qué se eligió un particular instrumento para

[30] Es tentador citar aquí a Wittgenstein: "So sagst Du also, dass die Übereinstimmung der Menschen entscheide, was richting und was falsch ist? –Richting und was falsch ist, was Menschen sagen; und in der Sparache stimmen die Menschen überein. Dies ist keine Übereinstimmung der Meinugen, sondern der Lebensform." La traducción castellana (de la traducción al inglés proporcionada por Knorr, N. de la T.) es: "¿Así que usted está diciendo que el acuerdo humano decide lo que es verdadero y lo que es falso? –Es lo que los seres humanos *dicen* lo que es verdadero y falso; y ellos acuerdan en la *lengua* que usan. Eso no es un acuerdo de opiniones, sino de formas de vida". Véase parágrafo 241 de las *Philosophical Investigations* en la traducción inglesa de G. E. M. Anscombe (1968).

determinado propósito, la respuesta puede variar desde un "porque es caro y raro y quiero conocerlo" o "es más económico en términos de energía", hasta un "John lo sugirió y me mostró cómo usarlo" a "estaba por ahí, así que era lo más fácil"; desde "lo que tenía en mente no funcionó, así que probé con otra cosa" hasta "me pidieron que lo usara porque acabamos de comprarlo y tenemos que demostrar que lo necesitábamos"; desde "siempre funciona, según mi experiencia" hasta una mirada atónita y la pregunta "bueno ¿qué otra cosa iba a usar?"

A partir de los escasos ejemplos proporcionados en el párrafo anterior, resulta obvio que esos factores tienen raíces diferentes e implicaciones diferentes, que surgen de diferentes puntos de la problematización de los científicos previa a una decisión, y que residen en niveles distintos de generalidad. Tomados en conjunto, nos remiten a la diversidad de situaciones que los científicos recuerdan cuando se les pregunta en qué basaron sus decisiones. La existencia de una crisis de energía, o la presencia de un amigo con una sugerencia; una falla que desencadena una variación del procedimiento, o una compra que hay que justificar; una "experiencia" personal compuesta por las particularidades de una carrera científica, o la práctica oficial de un momento dado. Parece claro que no podemos esperar reducir esas situaciones a un número pequeño de criterios, y mucho menos a un principio de racionalidad que nos permitiría de allí en más predecir las selecciones de laboratorio del científico. Más bien, tendremos que tomar esas selecciones como producto de la co-ocurrencia e interacción de factores cuyo impacto y relevancia se constituyen en un tiempo y lugar dados, es decir, de las circunstancias en las cuales el científico actúa.

Hace ya tiempo que los historiadores vienen presentando las decisiones de los científicos como contingentes al contexto histórico en el cual están situadas, y algunas discusiones recientes de la filosofía de la ciencia señalan también en esa dirección.[31] Si llevamos la idea

[31] Me estoy refiriendo aquí al aserto de Feyerabend de que las interpretaciones que los científicos eligen son relativas a un contexto cultural e histórico, y sólo pueden ser entendidas si atendemos a esos contextos. Esa tesis descarta a posibilidad de especi-

de contingencia contextual un paso más allá para sugerir que la aceptación es una forma de selección ambiental análoga al modelo de la evolución biológica, tenemos una alternativa verosímil al modelo de la formación (racional) de opinión. De la misma manera que la adaptación, la aceptación puede ser vista como el resultado de presiones contextuales que vienen a afectar las selecciones de los científicos en los nichos ambientales suministrados por los laboratorios. Si en la evolución biológica se da por sentada una interpretación así, ¿por qué no es igualmente verosímil una caracterización del proceso de "supervivencia" selectiva de los resultados científicos? Ciertamente, tiene la ventaja de señalar como potencialmente relevante el contexto social más amplio en el cual la ciencia está incorporada y del cual las decisiones de los científicos forman parte.

Pero también tiene una desventaja. Si no podemos nombrar, de una vez y para siempre, los criterios según los cuales los resultados científicos son elegidos o eliminados, no estamos en condiciones de decir qué selecciones será más probable que los científicos hagan.[32] Si el contexto de selección varía en el tiempo y en el espacio y como función de selecciones previas, las razones para las selecciones científicas variarán igualmente. Si a eso le sumamos la variabilidad de los contextos, la posibilidad de interacciones de variables circunstanciales a partir de las cuales se cristalizan las selecciones, no podemos esperar arribar a observaciones de validez general acerca de esas cristalizaciones. En suma, nos quedamos con el cuadro de alguna manera de-

ficar un conjunto de criterios dependientes del contexto según los cuales esa formación de consenso procede. En contraste, Kuhn no descarta la posibilidad de esos criterios. Véase Feyerabend (1975) y Kuhn (1970), particularmente la discusión del postscriptum.

[32] Nótese que el modelo de Toulmin de evolución científica (la adaptación más próxima del modelo biológico) hace algo para evitar tales consecuencias. En primer lugar, como veremos más adelante, Toulmin restringe la idea de selección ambiental a una forma de selección científica. En segundo lugar, como señala Lakatos en su crítica de Toulmin, él invoca una "treta de la razón" en la historia, que de alguna manera asegura la validez final de las selecciones que se han realizado. Para esas y otras razones que se verán claramente más adelante, el modelo de Toulmin no es un modelo contextual como el que se propone aquí. Cf. Toulmin (1972) y Lakatos y Musgrave (1970).

salentador de una variación contextual indeterminada y un cientista social que no puede suministrar ninguna especificación definida de ello. En consecuencia, quienes en los últimos años han tomado esa dirección han sido acusados de entregar a la ciencia al reino de la irracionalidad y de proscribir la idea de un cambio científico dirigido o progresivo.[33]

6. La contingencia contextual como principio de cambio

Quizás sorprendentemente, esa indeterminación no necesita tener tales implicaciones inquietantes para el cientista social, y menos aun implicaciones de irracionalidad con respecto a las selecciones de la ciencia. Recientes desarrollos en la teoría de los sistemas autorregulados (y de la termodinámica) sugieren la interpretación opuesta, a saber: que esa indeterminación es un prerrequisito necesario para la adaptación progresiva y organizada y, en consecuencia, para la supervivencia y el cambio reconstructivo.[34] En otras palabras, el efecto de indeterminación no es visto ya como puramente disruptivo, como lo es el "ruido" en la teoría de la comunicación, que impide la transmisión correcta de una señal, los "errores" en el código genético que impiden la normal replicación biológica o las "perturbaciones" en un sistema termodinámico. Más bien, es visto como el *sine qua non* de una

[33] Para una presentación sumaria de toda la discusión, véase Lakatos y Musgrave (1970).

[34] En los procesos estocásticos de nivel molecular, en los cuales cuanto menor el número de partículas interactuantes mayor el rol de la fluctuación, se ha mostrado que la ausencia de "errores" o indeterminación corresponde no sólo a una ausencia de innovación y por lo tanto de incremento de la información, sino a una real pérdida de información. Sin las fluctuaciones de chance, los sistemas no pueden mantenerse en un estado estacionario. Esto significa que sin la intervención del "error", azar o indeterminación en la evolución biológica, por ejemplo, todas las especies desaparecerían sin ser reemplazadas por otras. Cf. Atlan (1979: 54 ss.). Para una propagación de la idea como principio de orden relevante a la ciencia véase particularmente Latour y Woolgar (1979). Para el análisis filosófico más iluminativo que trata el tema, véase Serres (1980).

organización progresiva del sistema hacia una creciente complejidad, a pesar de los errores locales o las pérdidas de información.[35]

Para exponer esas tesis, veamos un ejemplo de Von Foerster reinterpretado por Atlan.[36] Un cierto número de cubos, algunas de cuyas superficies han sido imantadas positivamente y otras negativamente, es colocado en una caja que luego se sacude. Cuando se abre la caja, se ven los cubos dispuestos en figuras geométricas complejas y estables que parecen haber sido diseñadas intencionalmente por un artista. Sin embargo, la sacudida no fue nada más que la intervención del azar, impredecible e independiente de cualquier disposición precedente o futura de los cubos. Para alguien que no supiera que los cubos estaban magnetizados, parecería que se hubieran organizado a sí mismos en respuesta a una intervención del azar que fue, ella misma, disruptiva, dado que destruyó el patrón original estable y ordenado de los cubos.[37]

[35] El segundo principio de la termodinámica postula que los sistemas naturales muestran una evolución hacia una creciente entropía o máximo desorden molecular, lo cual es idéntico a una distribución de igual probabilidad. Los recientes desarrollos a los que hemos aludido muestran que los sistemas que se autoorganizan *tienen* la capacidad de responder a las perturbaciones usándolas como factor de organización, haciéndolas beneficiosas para la supervivencia del sistema. Como se hará más claro en los ejemplos que siguen, el punto no es negar el efecto potencialmente disruptivo del ruido, o la indeterminación, sino decir que el efecto, sea o no disruptivo, depende de la reacción del sistema.

[36] Esta reinterpretación es crucial debido a que sugiere que la cuestión no es, como nos dice la terminología de Von Foerster, la construcción del "*orden*" a partir del desorden (indeterminación, azar), sino el surgimiento de la organización, en tanto definida por un aumento en la complejidad o diferenciación del sistema. Según Atlan, Von Foerster contemplaba un aumento de la repetición o la redundancia con la cual está asociada la noción de orden en la teoría de la información. Sólo si vemos la indeterminación como algo que se traduce en una mayor organización o complejidad, y no en orden, podemos definir este efecto como un aumento de información para el sistema y comprender el poder adaptativo que se deriva de esa organización. Cf. Von Foerster (1960) y Atlan (1979).

[37] En lenguaje natural, "orden" y "organización" se usan a menudo en forma indiscriminada, y eso también ocurre frecuentemente en los tratamientos filosóficos del tema (Morin, 1977). Pero debería señalarse una importante diferencia a tener en cuenta aun cuando meramente usemos el principio de "organización por el azar" como analogía. Mientras que orden implica estabilidad, un organización que tiende a una mayor complejidad está inherentemente ligada al cambio y a un aumento de información in-

Un ejemplo algo diferente –y que señala más claramente hacia los niveles de organización involucrados– es el de la reproducción biológica. Según es sabido, se considera que un "error" en la transcripción del código genético es causa de mutaciones. Aun así, este acontecimiento azaroso en el (estrictamente repetitivo) plano genético puede beneficiar a las especies, al crear una variación mejor adaptada que la población original a los cambios de condiciones del ambiente. Las especies se "reorganizan" integrando una mutación azarosa que ha alterado el patrón ordenado de la reduplicación lisa y llana.

En el lenguaje de la teoría de la comunicación (que es quizás más adecuado para cuestiones de la organización social), la cuestión puede ser reformulada siguiendo a Atlan (1979: 4). Supongamos que tenemos un enlace comunicativo entre dos subsistemas A y B dentro de cierto sistema. Si no hay error en el mensaje transmitido de A a B, entonces B será una copia exacta de A y la información total de ambos será idéntica a la de A. Si el número de errores es tal que la ambigüedad es idéntica al monto de información que A transmite, esa información se perderá en tal grado que ni siquiera podremos hablar de transmisión. Esto significa que la estructura de B es completamente independiente de la de A, y la información total de ambos corresponde a la de A más la de B. En la medida en que ese sistema dependa del vínculo comunicativo entre esos subsistemas, esa independencia total equivaldrá a la destrucción total del sistema en su conjunto. Con respecto al monto de información del sistema en su conjunto, el óptimo es tener una transmisión de información no cero entre A y B y una cierta cantidad de error en esa transmisión.[38]

terno al sistema. Esto es parte de la analogía que me parece particularmente adecuada cuando la aplicamos a la ciencia, y no la interpretación de "orden desde el desorden".

[38] Como ejemplo simple, consideremos la filtración en la red comunicativa del gobierno de Nixon sobre el bombardeo de Camboya (mantenido en secreto por el gobierno). Mientras que la filtración fue sin duda perturbadora para algunos miembros del gobierno, bien puede haber beneficiado al sistema más global de la democracia estadounidense. La implicación es que tenemos que tener en cuenta distintos *niveles* de organización a fin de distinguir entre los efectos disruptivos e integrativos (u organizativos) del ruido.

¿Qué sugiere, en el caso de la ciencia, la afirmación de que una cierta cantidad de indeterminación es constitutiva de las organizaciones autoprogresivas? Una definición mínima del desarrollo científico visto como un cambio direccionado supondría que el conocimiento científico es conocimiento progresivamente reconstruido basado en la integración o en la eliminación de resultados previos, y que esa reconstrucción es un proceso de complejización. Complejización significa aquí que el sistema es capaz de construirse y reconstruirse de muchas maneras.

En la terminología común, hay dos correlatos de ese proceso. Por una parte, está la capacidad de la ciencia de construir información "nueva", esto es, de producir "innovación". Por el otro lado, la ciencia es aparentemente cada vez más capaz de construirse y reconstruirse a sí misma en respuesta a problemas que la desafían, al dar soluciones a esos problemas,[39] lo cual, supongo, es lo que queremos decir cuando hablamos de éxito en ciencia. Ambas capacidades son aspectos del proceso de complejización, que en el sentido de Shannon corresponde a un aumento de información.[40] Pero, como hemos visto, sin indeterminación no podría haber ese aumento de la información. Esa indeterminación parece ser nada más que los grados de libertad utilizados por el sistema para una reconstrucción de sí mismo por la absorción de problemas. Se hace manifiesta en la imposibilidad del observador

[39] Por supuesto, la ciencia produce nuevos problemas al mismo tiempo, lo cual es parte del proceso de reconstrucción.

[40] La cantidad de información dentro de un sistema es tomada como una medida de la improbabilidad de que la combinación de los diferentes constituyentes del sistema sea resultado del azar. Estrictamente hablando, hay tres versiones diferentes para escribir la cantidad de información que corresponden a tres tipos de complejidad, todos definidos en relación con nuestro conocimiento. La primera se refiere a una variedad de la cual no sabemos la distribución ($H = \log N$), la segunda expresa desorden ($H = \sum p \log p$), y la tercera mide una falta de conocimiento de los constreñimientos internos o redundancias de un sistema ($H = H\max(1\text{-}R)$), donde H = la cantidad de información, p = la probabilidad de que cierto signo esté presente y R = la redundancia, todo según lo resume Atlan (1979: 79 ss.) Nótese que la caracterización es formal y no toma en cuenta el contenido de los signos.

de especificar en detalle un breve conjunto de criterios o un principio de racionalidad según el cual esta reconstrucción procede.

¿Cómo se aplica la idea de esa reconstrucción de complejidad creciente a la noción de selección contextual subrayada antes en esta sección? La teoría de los sistemas no puede concebir sistemas que se autoorganicen sin suponer un ambiente al cual el sistema responda.[41] Privado de esa noción de contexto, el argumento presentado aquí no tiene sentido. Es el contexto el que, a través de las selecciones que auspicia, orienta el proceso de reconstrucción y desarrollo. Hemos introducido aquí la noción de contexto para hacer referencia al tejido de variables situadas, en las cuales los científicos basan sus decisiones. Esas variables aparecen como restricciones que operan de modo que las selecciones de los científicos sean contingentes. Otro tanto ocurre con las restricciones que ellos mismos imponen, a través de la traducción de decisiones, con el fin de clausurar una secuencia de acontecimientos esencialmente abierta y expansiva. Y, al parecer, sin indeterminación no habría nuevas constelaciones de selecciones.

7. LA INTERPRETACIÓN CONSTRUCTIVISTA III: INNOVACIÓN Y SELECCIÓN

He traído aquí analogías de la teoría de los sistemas y de la evolución biológica para argumentar que la interpretación constructivista de la investigación científica puede ser verosímilmente extendida a un modelo contextual del cambio científico en el cual la indeterminación (o la contingencia contextual y lo abierto de las selecciones) no conspira contra la idea del éxito científico. Examinemos ahora el lado negativo de estas analogías.

[41] Según Ashby, es lógicamente imposible que un sistema autoorganizado sea cerrado, o sea, que un sistema no interactúe con un ambiente. Si el sistema pudiera cambiar su organización solamente como función de sus estados internos, ese cambio sería gobernado por una constante. El verdadero cambio tiene que ser inducido, o mediante un programa de cambio inyectado desde el exterior o mediante interferencias de azar externo. Cf. Ashby (1962).

La idea de selecciones de laboratorio fue introducida aquí como el enlace entre lo que está normalmente separado en el proceso de la aceptación y el proceso de la investigación. He definido la investigación como constructiva a fin de poner de relieve la selectividad incorporada en los resultados científicos. Pero la noción de constructividad no sólo señala hacia la fabricación "cargada de decisiones" de los productos científicos, sino que también alude a los productos de fabricación como productos intencionadamente "nuevos". Hemos dicho que la propia investigación científica instituye la selectividad de las selecciones. Selecciones científicas anteriores se convierten en recurso para nuevas selecciones, y así dan surgimiento a una solidificación selectiva y a una diversificación de los productos científicos. En la evolución biológica, el origen de la diversificación está claramente identificado como una mutación. La primera dificultad con la que nos enfrentamos, entonces, es la de encontrar el equivalente de esas mutaciones en el proceso de construcción y reconstrucción científica.

El modelo de Toulmin del cambio científico es la aplicación más cercana que conozco de la analogía de la evolución biológica a los procesos de la producción de conocimiento, y el autor nos pide que la tomemos como una descripción literal.[42] Según Toulmin, en cualquier momento dado tenemos un *pool* de innovaciones científicas y un proceso en curso de selección natural entre esas innovaciones. El primero se asocia con el científico creativo individual, el segundo con la comunidad de expertos que juzgan las innovaciones.[43] Las mutaciones son las variantes producidas por la innovación individual, y su número depende del grado de libertad de diseño en un momento particular. El factor decisivo en las mutaciones biológicas es que ellas producen

[42] Véase Toulmin (1967) para una breve presentación de este modelo y de la lectura no metafórica intentada (pp. 470 ss.). Un análisis más extenso puede encontrarse en Toulmin (1972). Compárese con Campbell (1974).

[43] Toulmin parece sugerir que esto es normalmente e idealmente el caso, aunque señala que los casos históricos no siempre siguen el patrón que él propone. De allí su distinción entre tradiciones "compactas" que siguen su patrón sistemático y tradiciones "difusas" que pueden no seguirlo. Cf. Toulmin (1967), particularmente § 4.

variaciones azarosas. Con Toulmin, el elemento de azar es ubicado en la libertad y en la creatividad del científico individual.

Es precisamente esa localización del azar la que crea un gran problema cuando se traslada el modelo biológico al desarrollo científico (y, más en general, al desarrollo social). En la adaptación que hace Toulmin del modelo, determinadas partes de ese desarrollo –los individuos y la innovación– son extraídas y entregadas al azar. No afectadas por el azar, en cambio, quedan las acciones del *grupo* científico y del proceso de *selección* de innovación. Por supuesto, reconocemos en esta separación la clásica distinción entre descubrimiento y validación. Lo que es sumamente cuestionable es la fundamentación que se da para esa separación. ¿Por qué el individuo sufriría los efectos de (o se beneficiaría con) el azar, mientras que el grupo no? O ¿por qué la selección de innovaciones es un proceso que tiene sentido y dirección mientras que la innovación misma no lo es?

Más aun, ¿qué consideramos como innovación? En el modelo de Toulmin, los *productos publicados pero aún no aceptados* del trabajo científico constituyen el pool de variaciones.[44] Como hemos visto, sin embargo, esos productos son, ellos mismos, el resultado de un complejo proceso de selección en el laboratorio. Más específicamente, son el resultado de un proceso *direccional orientado hacia* la producción de lo nuevo, o de la innovación. Esto está obviamente implicado cuando decimos que la diversificación de los productos científicos (o la selectividad de las selecciones) es ella misma instituida en la investigación científica. También desde el punto de vista del científico individual, las innovaciones son el resultado de un trabajo intencional y dirigido, y no meramente acontecimientos azarosos. Es el conocimiento de los científicos acerca de qué es un problema y de qué puede ser considerado como una solución, las conjeturas acerca de a dónde mirar y a

[44] Esto tiene sentido, dado que no presupone que el observador tenga algún criterio respecto de lo que cuenta como innovación. En el caso mencionado más arriba, todos los resultados contados como nuevos por los propios científicos presumiblemente serían parte de un "*pool* de innovaciones científicas".

dónde no y el juego sumamente selectivo de combinaciones con el material sobre la base de expectativas lo que los guía hacia un resultado "innovador".

Una vez que se ha obtenido un resultado, la cuidadosa selección de un editor (y, en consecuencia, de un público), así como diversas estrategias de marketing, pueden convertir un producto de laboratorio en algo que puede ser aceptado como "nuevo". Tampoco debemos olvidar que, en gran medida, los científicos seleccionan áreas de conocimiento que no han sido cubiertas por la investigación previa; de esa manera, está casi garantizado que sus resultados serán tomados como nuevos. Además, los científicos constantemente se esfuerzan por conseguir acceso personal a recursos que no estén fácilmente al alcance de otros (por ejemplo, instrumentos técnicos sumamente caros o escasos), mejorando de esa manera sus chances de ser el "primero" con una innovación. En resumen, no hay nada no direccional o puramente azaroso en la procura de innovación del científico individual.

Una consecuencia del carácter construido y dirigido de las "mutaciones" científicas es que el ser socialmente definido del científico puede ser visto como el resultado de un proceso de individuación que consiste en que a una persona se la identifique con las particularidades diferenciales del trabajo asociado con su nombre.[45] Esas identificaciones parecen suponer que una persona es de alguna manera más responsable de los productos que produce que lo que lo sería un mecanismo azaroso de generación.

[45] Dado que el cambio y la particularización están incorporados en los productos científicos, también podemos decir que el trabajo científico permite efectos de diferenciación, y esos efectos de diferenciación pueden ser apropiados por los científicos. Está claro que la individuación suministrada por el trabajo científico no necesariamente tiene que ir a personas individuales. Muchos argumentarían que la creciente socialización de la ciencia significa que tenemos una creciente apropiación de efectos de diferenciación por grupos y, lo que es más importante, por instituciones. Esa tendencia a un mayor anonimato de los autores individuales de los productos científicos también puede ser vista como una indicación de una creciente "proletarización" de los científicos, a la cual retornaremos en el Capítulo IV.

Una segunda consecuencia es la relación entre la producción de lo nuevo y la selección de lo ya disponible; o sea, entre las innovaciones y la aceptación. Ya hemos dicho que, en una medida significativa, el *locus* de la selección es el propio laboratorio. En los términos usados antes, es parte del proceso de innovación; y sabemos que, en una medida significativa, el laboratorio se sirve del recurso de selecciones científicas anteriores. Es tentador interpretar esto literalmente y sugerir que el proceso de la "selección natural" del laboratorio favorecerá aquellos resultados previos que ayuden en la producción de "mutaciones" relevantes y al mismo tiempo apoyen el interés del científico en la individuación. De esa manera, la solidificación de resultados previos a través de las continuas selecciones de laboratorio conduciría al mismo tiempo hacia una diversificación acelerada del conocimiento científico. Nótese que la referencia al carácter de recurso de las selecciones dentro de esta diversificación acelerada aporta una especificación puramente formal: no nos dice nada acerca de las propiedades sustanciales o del grado de utilidad de los resultados. Las traducciones sustanciales de las cuales surgen las selecciones dependerán del contexto en el cual se toman. En ese sentido, "selección natural" se convierte en reconstrucción contextual.

Aparte del carácter deliberado, direccionado, de las "mutaciones" científicas y de sus consecuencias (que señalan más hacia Lamarck que hacia Darwin), otro aspecto de la presente concepción de la investigación pone esas analogías en cuestión: que aquí las selecciones del laboratorio no son vinculadas con tomas de decisiones *individuales*, sino que se las ve como el resultado de *interacciones y negociaciones* sociales. Consecuentemente, debemos rechazar equiparaciones como las que se hacen entre lo individual y la innovación, por una parte, y el grupo social y la validación, por la otra. Es una observación trivial decir que la mayor parte del trabajo de laboratorio en las ciencias naturales y tecnológicas es desarrollado por grupos y no por individuos. La implicación menos trivial es que tanto los productos (entre ellos aquellos que son considerados innovadores) como las "ideas" del laboratorio son ocurrencias sociales que surgen de

la interacción y la negociación con otros, como ilustraremos en el Capítulo II.

Consideremos ahora las manipulaciones de laboratorio del científico individual. Lo que ellos leen son los resultados de proyectos de otros, lo que tienen entre manos son productos cristalizados de anteriores trabajos científicos y no científicos y lo que obtienen de las mediciones son cifras y gráficos que sólo son significativos dentro de un determinado contexto de comunicación. En caso de controversia, lo que el científico construye a partir de esas actividades es un argumento para insertarlo en un campo de interacción discursiva con otros. Hablando más en general, las operaciones científicas sólo pueden ser realizadas y sólo pueden adquirir sentido dentro de un discurso cuya cristalización es encontrada en las *scripturas* (las escrituras autorizadas) de un área, pero que también está constituido por las exégesis y las manipulaciones simbólicas del laboratorio.

No hace falta subrayar aquí que la ciencia ha sido vinculada muchas veces con la posibilidad de una forma especial de discurso, esto es, la comunicación escrita. Por ejemplo, Husserl consideraba que la escritura era la condición para la posibilidad de objetos ideales, y, por lo tanto, de conceptos científicos.[46] Peirce sostiene que la manifestación no revela la presencia de un objeto sino la presencia de un signo, y reduce la lógica de la ciencia a la semiología.[47] Derrida nos recuerda que la idea misma de ciencia nació en una determinada época de la escritura.[48] Latour y Woolgar han ilustrado recientemente la importancia de la escritura en el laboratorio,[49] y la sociología de la ciencia se ha centrado desde hace tiempo en las especificidades de la comunicación escrita de los científicos.[50]

[46] En particular, véase su ensayo sobre el origen de la geometría (1962).

[47] Para una breve presentación, véase el capítulo sobre "La lógica como semiótica" en la edición de Doler de los escritos selectos de Peirce (1955: 90 ss.).

[48] En *De la Gramatología*.

[49] Véanse particularmente pp. 45 ss., donde Latour y Woolgar introducen la noción de "inscripción literaria" para la toma de una medición en el laboratorio (1979).

[50] Ha habido un particular interés en los estudios de la cita, cuyos ejemplos son

Ya es un lugar común decir que sin escritura (en el sentido amplio que Derrida le da a la palabra) la ciencia no podría seguir existiendo. Pero el punto aquí es que, primero y principal, el cimiento comunicativo de la ciencia constituye las operaciones del científico como una forma de interacción discursiva dirigida a, y sostenida por, los argumentos de los otros.[51] De hecho, la indeterminación que la analogía de la evolución biológica busca ubicar en el origen individual de la innovación está enraizada en la base interpretativa y en la dinámica social de esa interacción. Esa cimentación social y simbólica se hace más visible en las negociaciones concretas del laboratorio, en el tira y afloje que caracteriza la construcción y la deconstrucción altamente selectivas de los hallazgos científicos y que conduce a la reconstrucción permanente del conocimiento.

El tema es que el carácter social de esa interacción discursiva no puede ser limitado a algún contexto de aceptación separado, por medio de la formación de consenso grupal, ni puede confinarse la indeterminación a la acción individualizada. Las innovaciones y la aceptación son estabilizaciones temporarias dentro de un proceso de reconstrucción del conocimiento que está en la base del proceso social. El origen de la indeterminación está dentro de lo social, con sus cualidades simbólicas e interaccionales, y no, como Toulmin parece sugerir, afuera. Las decisiones que caracterizan a los productos científicos son cierres localmente alcanzados de esa indeterminación. Es *dentro* de su ubicación social que los hechos científicos pueden verse como construidos y reconstruidos selectivamente.

---

demasiado numerosos como para ser mencionados aquí. Para dos revisiones recientes que señalan hacia direcciones potencialmente nuevas, véanse Cubil y Moitra (1975) y Sullivan, White y Barboni (1977). Para otros aspectos de los patrones de comunicación entre científicos, véanse Zuckerman (1977), Ziman (1968), Studer y Chubin (1980) y Gaston (1973, 1978).

[51] Bohme (1975) ha llegado a la conclusión de que un concepto de comunidad científica dentro de la teoría de la acción científica necesita estar basado en una teoría del proceso de argumentación en la ciencia.

8. Fuentes de reconstrucción: lo interno y lo externo

La falta de algún equivalente simple de las mutaciones azarosas plantea un obstáculo analógico cuando consideramos el desarrollo científico como un proceso de reconstrucción del conocimiento. La distinción entre sistema y ambiente también plantea dificultades cuando consideramos las fundamentaciones de esa reconstrucción progresiva. Para la teoría de los sistemas, la reconstrucción progresiva (o un aumento de la complejidad) es la respuesta del sistema a un ambiente hipercomplejo al cual se adapta aumentando su propio grado de complejidad. Más específicamente, la reconstrucción interna de un sistema deriva de una diferencia de complejidad entre sistema y ambiente.

Pero en la investigación científica, la reconstrucción acelerada de los productos científicos es ella misma el producto de un trabajo, es endógena a la producción científica. Como hemos visto, deriva del esfuerzo deliberado y direccional de los científicos hacia la producción de información nueva (como se lo definió en relación con las problemáticas del discurso). ¿Dónde, entonces, ubicamos el desafío ambiental que necesitamos?

Los teóricos de los sistemas probablemente optarían por ver a la ciencia como un subsistema de la sociedad, específicamente diseñado y "diferenciado" (en el sentido de Luhmann)[52] para resolver los problemas de complejidad en algún sistema más global, por ejemplo, en la sociedad industrial. La ciencia, desde ese punto de vista, se convierte en la instancia de la sociedad moderna en la cual un cierto tipo de complejización (¿tecnológica?) es institucionalizada, en la cual la complejización es manufacturada por la sociedad moderna, con las ciencias sociales especializándose quizás en las organizaciones humanas. La reconstrucción y la diversificación del conocimiento científico se vuelven un objetivo sistémico a ser distinguido de las cuestiones de la adaptación. No obstante, si la reconstrucción del interés aquí es endó-

[52] Para una exposición en inglés de la noción de Luhmann de diferenciación, véase su artículo "Differentiation in Society" (1977a).

gena a la solución, el papel del ambiente con respecto a esa reconstrucción se vuelve oscuro.[53]

La dificultad subsiste aún si pasamos de la noción de adaptación ambiental a la de selección ambiental, como lo requiere la analogía biológica. En el modelo de Toulmin, la distinción entre sistema y ambiente parece corresponderse con la distinción entre el mundo "interno" de la ciencia y los asuntos "externos" de un contexto social más amplio. Aun así la lógica de los acontecimientos está invertida: no tenemos, primero, una producción de variantes (innovaciones) interna a la ciencia, y luego una selección societal de aquellas variantes mejor adaptadas al contexto social. Según Toulmin, la producción de innovaciones es influida por factores externos a través de diversos canales, mientras que la supervivencia selectiva es regulada por las decisiones internas de la comunidad científica (al menos en condiciones normales e ideales).

Es absurdo, por cierto, suponer una división del trabajo dicotómica en la cual las innovaciones son producidas internamente por los científicos y seleccionadas externamente por los miembros no científicos de una sociedad. Aun así, no está claro por qué esa última distinción, en la cual el poder selectivo se restringe al científico mientras que las influencias externas se confinan al proceso de producción de investigación, debería necesariamente ser más convincente, si no es por la sola razón de que el propio locus de la selección está en el laboratorio, donde no se la puede separar del proceso de producción. De esa manera, factores que influyen sobre la producción de información nueva también influirán sobre la solidificación selectiva de la información anterior, de la cual la nueva se deriva en un grado significativo. Si el modelo de un desarrollo evolucionario de la ciencia enfatiza (correctamente, creo yo) que el contenido de un *pool* de variantes cognitivas en un punto dado de la ciencia es el producto de factores "internos" y "externos", no puede simultáneamente asegurar que las selecciones de esas variantes -que en gran medida se producen durante la producción de las variantes mismas- es una cuestión exclusivamente "interna".

[53] Otra posibilidad sería buscar los límites de los sistemas en algún lugar dentro del proceso mismo de la producción de investigación. La selectividad incorporada en los productos científicos hace posible una problematización de las decisiones constitutivas, y la problematización podría llegar a ser vista como una forma de aumento de la complejidad desencadenado por el ambiente. Las nuevas decisiones complejizadoras del laboratorio contradicen esos cuestionamientos de la problematización.

La idea de adaptación ambiental, y la distinción entre sistema y ambiente que ella presupone, crea dificultades en la analogía de la ciencia con la teoría de los sistemas porque la complejización aparece menos como una respuesta del sistema a un contexto externo que como una característica constructiva del propio trabajo científico. En la analogía evolucionista, la idea de selección ambiental -y la separación que crea entre el proceso de producción y el proceso de supervivencia selectiva de las innovaciones- es dificultosa porque la producción y la supervivencia selectiva están irremediablemente entremezcladas en el laboratorio; en consecuencia, *cada una* debe ser afectada por los factores "internos" *tanto como* por los ambientales (o "externos").

Más allá de esos problemas específicos, debemos lidiar con el hecho más general de que, a diferencia de los organismos, los sistemas sociales no tienen límites claramente definidos con respecto a algún ambiente social del sistema.[54] Los estudios sociales de la ciencia vienen padeciendo esa dificultad desde hace mucho tiempo, como lo demuestran los numerosos usos de la dicotomía interno/externo en analogía con una distinción sistema/ambiente. Como lo ha señalado Kuhn, la distinción ha sido "vivida más que estudiada"[55] y ocasionales controversias sobre el significado de la distinción dejan en claro que autores diferentes la han vivido de maneras muy diferentes.[56] La

[54] Para un resumen de estas y otras críticas a la teoría de los sistemas aplicada a los sistemas sociales, véase Habermas (1979), en particular el cap. 4: "Hacia una reconstrucción del materialismo histórico".

[55] Citado en Johnston (1976: 195). Johnston resume algunos de los usos de la distinción interno/externo, que rastrea retrospectivamente hasta supuestos consagrados por la historia y la filosofía de la ciencia, aceptados sin cuestionamiento por análisis de la ciencia posteriores.

[56] Por ejemplo, véase la crítica de Kuhn del uso que hace Lakatos de esa distinción (1971: 139 ss.). Para Lakatos lo interno parece coextensivo con la parte racional de

teoría de los sistemas hace un reconocimiento parcial de la dificultad cuando enfatiza que el propio mantenimiento de los límites está en juego en los sistemas sociales.

Como ejemplo de ese tipo de esfuerzos de mantenimiento de límites vienen de inmediato a la mente las luchas entre grupos de interés profesional por que se establezcan límites legalmente sancionados para definir su autoridad profesional y se fijen las condiciones de acceso a la profesión. Junto con las distinciones cotidianas de los científicos individuales entre "nosotros" y "ellos", o entre cuestiones de "ciencia" y cuestiones de alguna otra naturaleza, hay grados de libertad involucrados en esas disputas, como los hay en las diversas re-generaciones de la distinción por parte de los cientistas sociales. Aun así, no veo razón para suponer *a priori* que los grados de libertad entre una especialidad disciplinar y otra son necesariamente menores que los grados de libertad entre los científicos que trabajan en un campo y los no científicos que representan un interés social (o político, o económico) en el campo. Desde luego, si tomáramos en cuenta sus respectivas interacciones y sus comunicaciones, y si consideráramos los intereses invocados en las selecciones de laboratorio, muy probablemente tendríamos la impresión contraria.

Los grados de libertad que se manifiestan en las fronteras percibidas son vistos aquí como una función del propio proceso de autoorganización. Sólo nos interesan respecto de las selecciones del laboratorio que llevan (en el Capítulo IV) a la noción de campos *transcientíficos*, más que científicos. Haciendo a un lado la distinción entre un sistema científico externo y un ambiente social externo (o entre un proceso de producción influido por el ambiente y un proceso de selección científico interno), debemos considerar el contexto indiferenciado del cual surgen las construcciones del laboratorio. Más que buscar el origen de la indeterminación en el individuo y el del cambio direccionado en las

la ciencia. Kuhn, en cambio, parece equiparar la dicotomía interno/externo con la distinción entre lo cognitivo y lo social, una práctica que según sostiene es compartida por todos los historiadores de la ciencia.

decisiones del grupo social, pondremos la raíz de la indeterminación en el contexto social, con su calidad simbólica e interaccional, y dejaremos el origen del comportamiento propositado y direccional del lado del individuo, al cual pertenece.[57] Veremos que lo simbólico y lo interaccional se manifiestan en las selecciones de laboratorio que caracterizan el proceso de la investigación científica como constructivo y no como descriptivo.

Las traducciones-decisiones mediante las cuales las selecciones del laboratorio se producen nos remiten al contexto en el cual están incorporadas. Las interpretaciones selectivas del laboratorio son situacionalmente y contextualmente contingentes. Por esa vía, el proceso de "selección natural" puede ser reconcebido como un proceso de reconstrucción contextual en el cual lo interno y lo externo *no* están analíticamente separados. En los capítulos que siguen intentaré establecer el carácter simbólico, contextualmente contingente y constructivo de la fabricación científica del conocimiento que he presentado aquí. Las analogías de la teoría de los sistemas y de la evolución biológica nos han dado un argumento verosímil para una interpretación contextual del cambio científico y para el papel que la indeterminación juega en ese proceso. En la medida en que esas analogías tienden a llevarnos a la trampa de distinciones predeterminadas que resultan inadecuadas para el real análisis de la práctica científica, mi recurso a ellos es, en el mejor de los casos, tibio.

9. METODOLOGÍAS SENSITIVAS Y FRÍAS

Es hora de retornar a la segunda implicación del epígrafe de este capítulo: "Los hechos son como las vacas". Dorothy Sayers nos dice: por lo general echan a correr si los miramos a la cara con suficiente fije-

[57] El hecho de que al final sólo los individuos pueden instituir la acción intencional ha conducido a una argumentación en favor de un individualismo metodológico, al cual retornaremos en la sección 9.

za. El argumento metodológico contenido aquí es que tenemos que mirar fuerte y tenemos que adoptar el enfoque que nos acerque a los fenómenos lo suficiente como para permitirnos vislumbrar su verdadero carácter. Llamemos a ese enfoque una metodología sensitiva. Para mostrar cómo difiere de sus alternativas más frías permítaseme bosquejar varios rasgos distintivos de la sensitividad en la que estoy pensando:

1. Primero que nada, requiere intervención metodológica más que indiferencia, contacto más que distancia, interés más que desinterés, *intersubjetividad metodológica* más que neutralidad. Las técnicas de reunión de datos más extendidas en la sociología y en la psicología tienden a proceder como un auto con el embrague desenganchado, o sea, sin un necesario punto de contacto entre el instrumento de medición y el objeto de examen. ¡Como resultado, el motor puede funcionar a alta velocidad, pero no hay movimiento del vehículo mismo!

Las quejas sobre la validez de los datos de la ciencia social común han sido planteadas no sólo por los críticos de sus metodologías dominantes, sino también por sus oponentes.[58] Al mantener metodológicamente el embrague, el observador queda seguramente fuera de contacto con el sujeto, no importa cuánto se manipulen los engranajes. En ese caso, la cuestión de la sensitividad no puede siquiera emerger.

Desde luego, ese desenganche es parte de una estrategia deliberada de no interferencia, presumiblemente diseñada para garantizar la neutralidad de la que hemos estado hablando. Pero esa neutralidad está construida sobre la base de los cuestionables supuestos de que el significado de los discursos puede ser tomado a valor nominal entre hablantes de un idioma, de que no dependen de la pragmática de las situaciones concretas, de que no hay temporalidad del significado y de que el observador puede alcanzar, preservar y transmitir una comprensión tanto a la distancia como desde una perspectiva próxima. En resumen, da por sentado que la intersubjetividad puede ser presupuesta y que no necesita ser trabajada mediante la interacción concreta.

[58] Véase, por ejemplo, la crítica de Galtung a algunos tipos de investigación (1967: 148 ss.) Cicourel (1964) ha aportado la crítica más amplia e influyente. Véanse también los nuevos desarrollos metodológicos basados en estas y otras críticas que se resumen en Brenner, Marsh y Brenner (1978) y Brenner (1980), particularmente en la Introducción.

Pero prácticamente todas las inspecciones cercanas de diversos segmentos de nuestro mundo social muestran que la intersubjetividad no es meramente un problema del antropólogo que se va a lugares remotos para estudiar una cultura ajena, sino también de las interacciones de la vida diaria. Es una propiedad emergente y continuamente consumada de toda la comunicación.[59] Como resultado, el primer requisito de un enfoque metodológico sensitivo es el logro de una subjetividad que hasta el momento no existe. Dada la naturaleza emergente y conseguida de esa intersubjetividad, no podemos ahorrarnos la molestia de una confrontación directa, no mediada y prolongada con la situación en estudio. Si estamos interesados en la producción y en la reproducción de los hechos científicos (que, como Whitley ha señalado tan adecuadamente, es todavía una caja negra para los estudios sociales de la ciencia),[60] podemos estar bien avisados si buscamos la intersubjetividad dejando fuera el embrague metodológico, o sea, mediante el uso de la observación cercana del lugar de producción.

2. ¿Podemos decir, entonces, que hallaremos esa sociología más sensitiva en un retorno al método antropológico de la observación participante? La propia historia de la antropología supone intentos progresivos de establecer la intersubjetividad en el corazón del encuentro etnográfico, desde los antropólogos de sillón del siglo XIX (que dependían básicamente de informes de viajes de otros), pasando por la insistencia (de Malinowski y otros a comienzos del siglo XX) en la ob-

[59] Esas inspecciones cercanas han ocurrido primariamente dentro de varias perspectivas microsociológicas, tales como la etnometodología, la sociología cognitiva, el interaccionismo simbólico, la etnogénesis y la fenomenología. Para una representación sumaria de algunos de los estudios relevantes aquí, véanse Mehan y Wood (1975). Harré (1977), Cicourel (1973) y Berger y Luckmann (1967), y los primeros trabajos de Goffman (por ejemplo, 1961), todos incluyen pronunciamientos representativos sobre el carácter problemático de la interacción cotidiana.

[60] Todo el argumento de Whitley respecto del "cajanegrismo" en la sociología de la ciencia se encuentra en su artículo del mismo título (1972).

servación etnográfica directa, hasta las críticas más recientes de la etnociencia contra el informe etnográfico.

Los etnocientíficos han argumentado que los etnógrafos no debían (como había sido su práctica, y, en alguna medida, lo sigue siendo) describir una cultura (solamente) de acuerdo con sus categorías preconcebidas, sino que debían investigar los modos en que la gente asigna significado al mundo de su experiencia, y luego describirlo en categorías inherentes a esas estructuraciones. La crítica es interesante porque muestra que hasta ese momento la antropología o no había logrado la intersubjetividad que buscaba establecer mediante la observación directa del participante, o no había podido preservarla en el reporte etnográfico, o ambas cosas a la vez.

Podemos llegar a la conclusión, entonces, de que no ha sido suficiente colocar al cientista social en el campo de la investigación para estudiarlo "desde adentro"; esto es, entrar en una suerte de *relativismo metodológico* (en tanto opuesto a objetivismo) que dé máximo control sobre la información obtenida a los sujetos bajo estudio y no al cientista.[61] Consecuentemente, la etnociencia ha tratado de "descentrar" o traducir tantas de sus categorías como fue posible a las de los actores, desarrollando una serie de técnicas diseñadas para convocar y representar el conocimiento de los actores.[62] La etnometodología sociológica ha tomado un camino similar al descentrar su lenguaje y sus intereses, y aun al rechazar ciertos conceptos comunes y preocupaciones sociológicas objetivistas. Los ha reemplazado por un interés en las prácticas cotidianas, expresado en la invención o en la modificación de términos para que concuerden con sus rasgos cotidianos.[63]

[61] Los etnocientíficos distinguen entre un bloque estructura "émico" (de fonémico) y un enfoque intercultural "ético" (de "fonético") que impone los conceptos y las distinciones de la antropología "científica" (Pike, 1967: 37 ss.). Para revisiones recientes de los desarrollos de la etnociencia o la antropología cognitiva, véanse Bernabe y Pinsten 1974) y Pinxten (1979).

[62] Véase Schoepfle, Topper y Fischer (1974: 382).

[63] El mejor ejemplo del empleo de esos términos puede ser el propio Garfinkel (1967).

Los procedimientos de la etnociencia (y, en menor medida, los de la etnometodología) nos dan una pista de por qué no basta con sustituir un procedimiento cualitativo y de profundidad por un enfoque más macroscópico para que el campo de estudio constriña del modo deseado la información obtenida. El problema de una metodología sensitiva no es simplemente que el observador "comprenda" mejor el campo de estudio, en el sentido enfatizado por la hermenéutica o la fenomenología,[64] sino también controlar la constitución conceptual dada a esa comprensión en la representación o en la transmisión de los constreñimientos.

En otras palabras, el problema al cual me he referido al invocar un relativismo metodológico no es sólo el de comprender, sino el de *dejar hablar*. Los informes etnográficos criticados por la etnociencia no adolecían necesariamente de una falta de comprensión, pero su característica era que no se le *daba voz* a aquello a lo cual se refería la historia contada. Para convertir esa ausencia en un bien, la etnociencia ha entrado en una forma de lexicografía sistematizada,[65] y la etnometodología ha dado algunos pasos hacia el desarrollo de un discurso sobre el sujeto de características propias, diseñado para captar la voz de aquello de lo que habla. El enfoque del estudio de casos de la sociología prácticamente ha omitido toda esa problemática. Pero la dificultad puede residir en el hecho de que no está interesada en la lexicografía y puede tomar a mal las consecuencias ilocutivas y perlo-

[64] Consiguientemente, no es suficiente con demandar que el estudioso de las ciencias sociales esté familiarizado con la especialidad que estudia, o que sea un miembro entrenado de la respectiva disciplina científica. La antropología demuestra que, si bien ése puede ser un prerrequisito para un análisis descentralizado, no es de ninguna manera una condición suficiente para su logro. A la vista del problema del descentramiento del discurso científico, la batalla por el carácter hermenéutico o no hermenéutico de la observación etnográfica aparece como algo obsoleta. Mis propias presentaciones sumarias del estado actual de la metodología antropológica y de sus desafíos pueden encontrarse en Knorr (1973; 1980).

[65] El término está tomado de Werner (1969) quien, igual que muchos otros, cree que el destino desafortunado pero inevitable de la etnografía es registrar sistemáticamente la estructuración del mundo contenido en las expresiones lingüísticas de una cultura.

cutivas del discurso centrado en el sujeto.[66] Un paso relativamente simple con resultados significativos es el intento de registrar los fenómenos de investigación con mayor precisión mediante el uso de instrumentos ópticos y acústicos. Evidentemente, sólo el tipo de material aún no resumido ofrecido por los grabadores y los videograbadores puede ser sometido al nivel de análisis de microprocesos que quisiéramos que acompañe a una metodología sensitiva. Sin embargo, aun cuando ese material tiene la ventaja de no estar resumido, *no* está no construido: las técnicas de transcripción y categorización del comportamiento no verbal, lo parcial de la grabación tomada por una cámara o el cambio de comportamiento provocado por la presencia de un grabador, todos apuntan en dirección a la selectividad incorporada en ese material. Como en el caso de los productos científicos, los resultados de las ciencias sociales tienen que ser vistos como selectivamente construidos. El punto de una sociología sensitiva no es remediar la constructividad sino –para pedir prestado ese término introducido páginas atrás– *descentrar la constructividad* de modo tal de que pase a ser una empresa intersubjetiva. Que tenemos que tomar grandes recaudos para permitir que el campo del estudio ejerza realmente los constreñimientos deseados en la información interpretada es algo que ha sido demostrado por el desarrollo de la antropología, que hace largo tiempo denunció el etnocentrismo societal, aunque eso no la ha librado de seguir inmersa en su propio etnocentrismo profesional.

3. El compromiso metodológico es visto como el primer prerrequisito en la sociología sensitiva que tengo en mente. El relativismo metodológico descentra esa sociología de modo que se acerque a una *etnografía* similar a la empresa respectiva de los antropólogos. El tercer rasgo distintivo a especificar aquí es el *interaccionismo metodológico*, que garantiza que esta etnografía se interese en la práctica, más que en la cognición, de sus sujetos. También es claramente diferente

[66] Con lo cual quiero aludir a las desagradables consecuencias a las que suelen conducir los esfuerzos de los etnometodologistas por preservar el discurso centrado en el sujeto: un lenguaje atormentado y un lector atormentado que trata en vano de descifrar el lenguaje oculto del nuevo idioma profesional.

del individualismo metodológico y del holismo que hasta ahora vienen dividiendo a la sociología.

El individualismo metodológico ha sido descripto como una doctrina que sostiene que los fenómenos sociales (e individuales) son explicables en términos de acción humana y que una explicación de la acción humana debe remitirse a los individuos porque sólo ellos establecen la acción intencional y responsable.[67] Bajo diferentes disfraces, ese individualismo aparece en muchos métodos y teorías sociológicos. Su antagonista ha sido por mucho tiempo un holismo que sostiene que la sociedad como un todo es más que una colección de individuos, y que esa sociedad al mismo tiempo afecta y constriñe el comportamiento individual.[68] Nuestro empeño en una metodología sensitiva nos compele, por lo menos temporariamente, a ir más allá del agregado de datos y de las descripciones sumarias de los fenómenos sociales. De todos modos, no nos compromete a tomar lo individual como una unidad natural de análisis.

De hecho, he argumentado en contra del individualismo hallado en el modelo evolucionista de la innovación científica, y en favor de que la innovación sea vista como un producto del contexto y de la interacción. La investigación microsociológica ha señalado hacia las propiedades emergentes (temporales) –las ligadas con el actor y las ligadas con el escenario– de la acción humana. Si las acciones de un individuo dependen de quién más está presente y de cómo se desarrolla la dinámica de sus interacciones, obviamente no es suficiente considerar a los individuos y sus intenciones.

Antes se subrayó que la dinámica de la interacción entre individuos contiene un elemento de indeterminación, en el mismo sentido en que el curso del intercambio no puede ser deducido del conoci-

[67] Para esta formulación véase Agassi (1973: 185 ss.) Véase también la recopilación de ensayos editada por John O'Neill (1973) en *Modes of Individualism and Collectivism*, que contiene muchos aportes relevantes a estas dos orientaciones metodológicas.

[68] Uno de los principales críticos del individualismo metodológico en los últimos años ha sido Steven Lukes. Véanse sus recopilaciones de ensayos (1978), particularmente el ensayo sobre "Methodological Individualism Reconsidered" (cap. 9).

miento de las intenciones o intereses de los actores individuales. Lo que queremos subrayar ahora es que una metodología sensitiva no puede ignorar la existencia de esa dinámica, o del carácter temporal, ligado con el actor y ligado con el escenario, de la acción humana. Está claro que nuestras unidades de observación y explicación deben permitir que emerjan los rasgos temporales, contextuales e interaccionales de la acción. Como consecuencia, el foco no puede estar más sobre los individuos que sobre la sociedad en general. El interaccionismo metodológico considera la interacción como una forma más adecuada de la explicación, la forma de la cual emergen las características contextuales y temporales de la acción.[69]

10. De la pregunta por el por qué a la pregunta por el cómo

Por lo general, las reorientaciones metodológicas son acompañadas por cambios de los problemas y desplazamientos de los objetivos de investigación. Habiendo dado la espalda a las herramientas más frías de la investigación social a fin de avanzar hacia una sociología sensitiva, algunos enfoques microsociológicos han esquivado también varias preguntas establecidas de las ciencias sociales. En el nivel más general, parecen menos interesadas en la cuestión de "por qué" que en la menos conspicua noción de "cómo". Por ejemplo, la sociología cognitiva se interesa menos en por qué existe el orden social que en cómo los miembros de un grupo adquieren el sentido de que existe. Al interaccionista simbólico le importa menos por qué los miembros de un grupo invocan ciertos marcos de significación que cómo negocian y controlan una definición de la situación. El etnometodologista no busca explicar sino saber cómo procedemos cuando nos convencemos a nosotros mismos de que nos hemos explicado algo en la vida diaria.[70]

Podemos argumentar que la explicación es necesaria para entender un fenómeno social y llegar a conclusiones prácticamente relevantes, pero algunos de los enfoques que acabamos de mencionar no están interesados en conclusiones prácticas. Otros podrían sostener que responder a los cómo suele ser un prerrequisito para poder responder sensiblemente a los por qué. Si sabemos, por ejemplo, cómo el niño adquiere un sentido del orden social, podemos ya haber aprendido algo sobre por qué el orden social "existe".[71]

Además, la tesis que proclama una simetría entre la explicación y la predicción (en el sentido de que las conclusiones prácticas dependen de las explicaciones precedentes) es más incierta que nunca entre quienes investigan esas cuestiones.[72] La experiencia práctica ha demostrado que la brecha entre las predicciones derivadas de explica-

[69] El punto aquí es una orientación metodológica en relación con el individualismo metodológico y el holismo, y no una apelación a que se traslade el "interaccionismo simbólico" a los estudios sociales de la ciencia (el cual, dicho sea de paso, se ha introducido en los estudios de la ciencia). Mientras que el presente emprendimiento está indudablemente informado por los desarrollos del interaccionismo simbólico, no puede decirse que sea un espécimen de esa orientación. Como el lector podrá observar, siento una gran deuda con otras orientaciones microscópicas, y con algunas macroscópicas.

[70] Para un breve resumen de cómo la etnometodología ha sido reinterpretada en algunos problemas tradicionales de la sociología según estas líneas, véase Zimmerman y Wieder (1970). Por ejemplo, las normas y las reglas no le interesan al etnometodólogo como un concepto explicativo de la acción social sino como un tema de análisis, como un recurso que los miembros usan para estructurar y orientar la vida cotidiana, y para convencerse de la estructura ordenada de este mundo.

[71] Para una cantidad de análisis relevantes, véase Cicourel (1973). La razón por la cual aprendemos algo acerca del "porqué" al preguntar el "cómo" es, por cierto, que ambas preguntas suelen estar conectadas por una serie de traducciones. Rastrear "cómo" algo se produjo a menudo señala hacia su origen, u ofrece una "explicación" genética. Una relación similar existe entre el "qué" (la tradicional pregunta con la que se enfrenta el observador antropológico) y el "cómo". Como nos ha recordado Lukes (1978: 184 ss.), para identificar un comportamiento o un conjunto de creencias es a veces suficiente con explicarlas: la explicación a menudo reside principalmente en una identificación exitosa y suficientemente amplia de comportamientos o tipos de comportamientos. El intento del etnocientífico de identificar el conocimiento cultural en los términos en los cuales es nutrido por una particular cultura debe enseñarnos algo sobre por qué existen en esa cultura ciertos patrones de comportamiento y sobre cuestiones similares.

72 Véase la presentación amplia de la tesis de la simetría en Stegmüller (1969, vol. I, Parte 2: 153 ss.).

ciones sociales y los cursos de acción reales hasta ahora no se ha cerrado.[73] Por otra parte, el cómo la gente hace las cosas sociales es de un interés práctico inmediato: al explorar las líneas de acción acostumbradas, ese cómo resulta crucial para el aprendizaje social, y al abrir líneas de acción nuevas, resulta crucial para el cambio social.

Preguntar "cómo" a menudo exige que tomemos la posición radicalmente ingenua promovida por Lofland y problematicemos lo obvio.[74] De hecho, ésa es exactamente la posición que Dorothy Sayers nos desafía a que tomemos. La cuestión de cómo los científicos producen y reproducen su conocimiento en el laboratorio es el mayor interés de este libro, y ha sido extensamente presentada bajo la forma de mis observaciones sobre la constructividad y la contextualidad de la empresa científica. "Cómo" es la primera pregunta que una etnografía del conocimiento como la aquí postulada tendrá que hacerse.

Los métodos que he bosquejado en la Sección 9 representan el primer paso hacia la sensitividad necesaria para responder a la pregunta, y el presente estudio es uno de los primeros en hacer este intento con respecto a la producción de conocimiento.[75] Es necesario advertir al lector que este trabajo manifestará todas las insuficiencias inherentes al carácter proselitista de tales estudios.

[73] Véase Luhmann (1977b: 16, 28), quien sostiene que la esquematización binaria entre lo verdadero y lo falso puede ser inadecuada para la aplicabilidad instrumental de una explicación teórica en la acción práctica. Luhmann se refiere al ejemplo del informe Coleman que cita la composición racial y social de las aulas de las escuelas como la variable más importante para explicar el éxito educativo. Para alterar la composición, los Estados Unidos recurrieron ampliamente al uso de traslados en ómnibus escolares, pero a eso no le siguió como consecuencia un éxito educativo, por razones que avalan la posición de Luhmann pero que no son relevantes aquí.

[74] Véase Lofland (1976: 2) sobre toda la cuestión mencionada.

[75] Aunque en la actualidad el enfoque de estudio de caso goza de un extendido favor (no sólo en los estudios de la ciencia sino en la sociología en general), es sorprendente que tan pocos sociólogos hayan hecho hasta ahora lo que Lofland postula en su codificación de una metodología cualitativa (1976), o sea, entrar realmente al campo como un observador (participante).

11. El científico como razonador práctico

De lo que hemos dicho antes, resulta claro que la cuestión de cómo los científicos producen y reproducen su conocimiento nos remite al sitio de la acción científica. Nos lleva a mirar (y tan de cerca como sea posible) el proceso de la fabricación del conocimiento en vivo y en directo. En otras palabras, debemos descartar la batería de herramientas intermediarias normalmente usadas para tratar con la realidad social, y sumergirnos directamente en la corriente de la acción científica.

Estrictamente hablando, no es realmente la acción científica aquello a lo cual tenemos que enfrentarnos en la observación directa, sino el *significado salvaje* que los acontecimientos en curso tienen *por* y *para* los científicos. Para llegar a este significado debemos apoyarnos en la conversación. Sin ella, ni siquiera visitas prolongadas al laboratorio ni un entrenamiento en la disciplina en cuestión harán visibles las razones que están detrás de los movimientos del laboratorio. Como dije antes, los científicos operan en un espacio que está esencialmente sobredeterminado. La principal tarea del laboratorio es descartar posibilidades, manipular el equilibrio de opciones de modo tal que una sea más atractiva que las otras y subir o bajar de categoría variables con respecto a otras variables.

Una comprensión de ese proceso no puede adquirirse sólo mediante la observación. También tenemos que escuchar la conversación sobre lo que pasa, los apartes y las maldiciones, los bufidos de exasperación, las preguntas que se hacen unos a otros, las discusiones formales y las conversaciones a la hora del almuerzo. Debemos leer los libros de protocolos del laboratorio y apoyarnos en preguntas suministradas por los científicos. Para el científico, el significado salvaje de estas cosas está en su razonamiento de laboratorio, y la conversación que se produce alrededor de ese razonamiento debe ser nuestra más importante fuente de información.

Lo más cerca que es posible llegar de una descripción de las características formales de ese razonamiento es servirnos de la clarificación conceptual de Alfred Schutz, contenida en el trabajo de Garfinkel

sobre las propiedades racionales de la acción (simbólica).[76] No obstante, sería equivocado tomar esa clarificación al pie de la letra, porque presupone una diferencia entre el razonamiento científico y el cotidiano que yo no acepto. Garfinkel sugiere que hay de hecho dos tipos de racionalidades: las que ocurren como "propiedades estables e ideales sancionables" sólo de la acción científica, y las de la vida cotidiana. Se considera que las primeras van en detrimento del flujo estable de la acción práctica cotidiana.

Las cinco reglas del procedimiento interpretativo que caracteriza al razonamiento científico se constituyen en oposición al razonamiento cotidiano. La regla de la duda ilimitada, por ejemplo, garantiza que los científicos no limitarán su escepticismo por el tipo de "consideraciones prácticas" que gobiernan la práctica cotidiana. La regla de "no saber nada" les permite a los científicos suspender su propio conocimiento para poder "ver a dónde lleva esto", mientras que las tentativas en la vida cotidiana proceden sobre bases que podemos dar por sentadas. Los problemas científicos son resueltos por referencia a una regla estándar de tiempo, mientras que las interacciones cotidianas siguen el compás de porciones de tiempo reificadas que tienen un comienzo, una duración y un fin. Una regla de otros universalizados les da a los científicos la posibilidad de creer en los hallazgos de sus colegas, mientras que la acción práctica supuestamente gana crédito de los hechos naturales de la vida. Finalmente, una regla de publicabilidad asegura que todas las materias relevantes a pinturas científicas de mundos posibles se hagan públicas, mientras que las situaciones cotidianas son concebidas en un trasfondo de motivos e intereses privados.

Excepto para el principio del tiempo estándar, esas reglas son sorprendentemente similares a las normas del escepticismo organizado, el desinterés y el comunismo que Merton alguna vez postuló para

[76] El ensayo puede ser encontrado en Garfinkel (1967: 272, ss.). Véase también Schutz (1943) sobre el "Problem of Rationality in the Social World", al cual se refiere Garfinkel.

la ciencia, y están sujetas al mismo tipo de crítica.[77] Más relevante que ese intento de identificar la ética científica con una forma específica de razonamiento es el resumen de Garfinkel de las propiedades inespecíficas de las racionalidades de sentido común, ya que éstas son las que en realidad encontramos en el razonamiento de laboratorio. Entre éstas figuran la preocupación por hacer las cosas comparables, por que las observaciones "encajen bien", por la interpretación, por la oportunidad, la predictibilidad y el procedimiento correcto; una búsqueda de medios que antes han sido exitosos, un análisis consciente de las alternativas y las consecuencias de la acción; un interés en planear estrategias y una conciencia de las opciones y de los fundamentos en los cuales se basan esas opciones.

Pero una caracterización completa de las propiedades formales del razonamiento de laboratorio no es el objetivo aquí. De hecho, parte del impulso de este libro es demostrar que no hay una racionalidad exclusiva de la acción de laboratorio. Las características formales del razonamiento muestran que el científico es un *razonador práctico*. Como consecuencia, examinar los significados que sostienen la fábrica del conocimiento en el laboratorio es mirar el *contenido* del razonamiento práctico de los científicos.

12. El razonador cognitivo y el práctico

El enfoque más cercano a una descripción de los cometidos prácticos de la acción científica puede encontrarse en la literatura de la sociología cognitiva de la ciencia. Desde los debates que siguieron a la teo-

[77] Merton ha sido atacado tan repetidamente por este tema que no hace falta que reiteremos las críticas aquí. Quienes no están familiarizados con el tema pueden remitirse a Barnes y Dolby (1970) y Stehr (1978). Nótese, no obstante, que Merton postulaba normas, y no propiedades estables de la acción científica. A ese respecto, Garfinkel, que habla acerca de reglas que rutinariamente se ponen de manifiesto en la acción, va mucho más allá de Merton.

ria de Kuhn de la revolución científica, los estudios sociales de la ciencia han venido enfatizando que los aspectos cognitivos (o técnicos, o científicos) de la ciencia deben ser incluidos en sus investigaciones empíricas; se considera insuficiente observar simplemente los aspectos sociales de la organización y la comunicación científicas. La práctica científica se caracteriza por sus cometidos cognitivos, y no podemos esperar entenderla sin darles la debida consideración.[78]

La línea de investigación más influyente desarrollada desde entonces es el estudio de la institucionalización de las especialidades, cuyos componentes cognitivos pueden rastrearse hasta los paradigmas sobre los que Kuhn (1970) llamó la atención. Por ejemplo, Whitley (1975) afirma que esos componentes consisten en las prácticas de investigación, las técnicas, los modelos explicativos, las incumbencias de especialidades y los valores metafísicos o las creencias que subyacen en las actividades de investigación de un área. Weingart (1976) forma una jerarquía de elementos cognitivos relevantes a partir de esquemas conceptuales, paradigmas de artefactos (o soluciones clásicas de problemas), logros científicos reconocidos, paradigmas metafísicos y valores.

Estudios subsiguientes han tendido a definir sus objetivos de acuerdo con Whitley (1972), tanto en términos de cómo los componentes sociales y cognitivos interactúan en la producción de conocimiento como en la relación entre las diferentes formas de conocimiento cognitivo (científico) y la sociedad. Hasta hace poco, esta última cuestión era la dominante[79] y llevó a una serie de estudios

[78] Para ejemplos selectos de esos argumentos, véanse Whitley (1972), el llamado de Nowotny a un enfoque cognitivo del estudio de la ciencia (1973), el argumento de Mulkay de que el estudio sociológico de la ciencia debe incluir su cultura técnica (1974a), o la especificación de Weingart de variables cognitivo/técnicas y sociales (y de su interrelación) en el estudio de la producción de conocimiento (1976). Los más recientes "estudios sociales" de la ciencia en Europa Occidental han intentado incluir el lado "cognitivo" de la ciencia. Los estudios publicados bajo el título de *Cognitive and Historical Sociology of Scientific Knowledge* por Elkana y Mendelsohn (1981), ofrecen el ejemplo más reciente de esa tendencia. Para una presentación y comentario generales y relevantes del "paradigma cognitivo" véase de Mey (1981).

[79] Ha habido varios intentos recientes de avanzar más allá de la ciencia y explo-

contemporáneos e históricos sobre la formación de disciplinas o especialidades.[80]

Lo que aquí postulamos es una segunda línea de investigación que está empezando a surgir,[81] pero que está igualmente interesada en un estudio más abarcativo de la ciencia. Difiere de la primera por su elección de la observación antropológica directa de los científicos en el trabajo, la cual la torna de algún modo afín a los estudios microscópicos de diversos aspectos de la experimentación y la argumentación científicas promovidos por Collins (1974) y Bloor (1976). Una consecuencia del enfoque observacional parece ser una reafirmación de las dudas acerca de la utilidad de la dicotomía social-cognitivo.

Esa dicotomía puede ser cuestionada con diversos fundamentos. Primero, como Bourdieu (1975a: 22 ss.) ha sostenido, las estrategias

rar la relación entre el conocimiento y la sociedad. En particular, véanse Barnes (1977) y Mulkay (1979). Véanse también el trabajo de Foucault desde una perspectiva histórica (por ejemplo, 1975, 1977), la obra de Holzner y Marx (1979) desde una perspectiva sociológica general, y Stehr y Meja (1982) sobre la sociología clásica del conocimiento versus la reciente.

[80] Para una recopilación representativa de esos estudios, véase Lamine, MacLeod, Mulkay y Weingart (1976). Otros estudios pueden encontrarse en Mendelsohn , Weingart y Whitley (1977), particularmente Partes 1 y 2. Véanse también los estudios de Edge y Mulkay (1976), Küppers, Lundgreen y Weingart (1978) o Studer y Chubin (1980).

[81] Los estudios publicados basados en la observación antropológica directa de los científicos todavía son escasos. La monografía publicada por Latour y Woolgar (1979) es, que yo conozca, el más amplio estudio del tipo dentro de la tradición de los estudios sociales de la ciencia. Véanse también Latour (1980a) y mis artículos previos basados en el mismo estudio observacional que se toma como base en este libro (Knorr 1977, 1979a, b; y Knorr y Knorr, 1978). Un interesante antecedente de esos estudios es el trabajo, no de un sociólogo de la ciencia sino de un teólogo (él mismo un físico), en el que las observaciones de los científicos fueron financiadas por un grupo de católicos progresistas no académicos (Thill, 1972). Los resultados preliminares de algunos estudios antropológicos de la ciencia que aún están desarrollándose pueden ser encontrados en Jurdant (1979), en Apostel *et al.* (1979) (a quienes les debo la información sobre Thill) y en McKegney (1979), Lynch (1979) y Zenzen y Restivo (1979), cuyos resultados fueron presentados en una conferencia sobre el proceso social de la investigación científica organizada por Roger Krohn en la MacGill University, Montreal. Para la tesis de que estamos experimentando un "vuelco antropológico" general en las ciencias sociales y en los estudios de la ciencia, véase Lepenies (1981). Véase también el trabajo iniciado por Williams y Law (1980).

científicas o cognitivas también son estrategias políticas. Cada elección de los científicos (sea de un método o de un lugar para publicar) puede ser vista como una estrategia de inversión objetivamente apuntada a una maximización de las ganancias científicas, esto es, a un incremento de la autoridad y del reconocimiento sociales.[82]

Segundo, como ha señalado Bloor, la distinción entre social y científico es usada para separar las parcialidades, fraudes o distorsiones surgidos de las influencias sociales, de lo que es objetivo o verdadero y tiene raíces cognitivas.[83] Y la usan de esta manera no sólo los investigadores de la ciencia sino los propios científicos, lo cual implica que la dicotomía social-cognitivo debe ser considerada antes que nada como un recurso de interacción estratégica.[84]

En tercer lugar, está el problema de separar los factores sociales y cognitivos de una situación, tal como el campo de las políticas, donde muchas áreas han sido "cientifizadas" (*verwissenschaftlicht*) por la hegemonía de la ciencia (Küppers *et. al.*, 1978: 16). Para poder determinar la influencia mutua de las variables sociales y cognitivas, primero ellas deben ser concebidas y medidas independientemente.

Finalmente, Latour y Woolgar (1979: 32) han señalado que la distinción social/cognitivo impide al cientista social examinar su papel dentro de las propias actividades científicas. Además, si se prejuzga que alguna de esas actividades son cognitivas o técnicas, se las puede eximir de una investigación sociológica sustancial. Si bien no hay ninguna razón necesaria para que esto ocurra, la práctica real de los estudios sociales de la ciencia parece apoyar ese aserto. Por ejemplo, Weingart (1976: 51) ha sugerido que la sociología cognitiva de la ciencia aún no ha llegado a una conceptualización sistemática (y presumiblemente satisfactoria) de los componentes cognitivos de la ciencia.

[82] Nótese que Bourdieu no está hablando acerca de la motivación de los objetivos conscientes del científico, aun cuando la elección de una área de trabajo está por lo general motivada conscientemente por consideraciones relativas a la carrera.

[83] Cuando delinea un programa fuerte para la sociología de la ciencia, Bloor ha criticado el tratamiento asimétrico que proporciona una explicación social para reconocidos errores científicos, pero no para los logros científicos considerados verdaderos. La tesis central de este libro es que "la objetividad es un fenómeno social", que "la necesidad lógica es una especie de obligación moral" y que "las ideas del conocimiento se basan en imaginarios sociales". Cf. Bloor (1976: 141). En su obra posterior, Bloor vuelve a la distinción entre una esfera social y una cognitiva en la ciencia al correlacionar empíricamente variables que asocia con ellas. Véase Bloor (1978).

[84] Para un argumento similar en relación con "las supuestas normas de la ciencia", véase Mulkay (1976).

Pero aun cuando no ha suministrado una conceptualización adecuada de los cometidos más sustanciales del científico, la sociología cognitiva de la ciencia *sí ha estimulado* la investigación de esos cometidos como parte del estudio social de la ciencia. En la observación directa de los métodos de producción y reproducción del conocimiento postulados aquí, esas incitaciones se toman a pecho, ya que el foco está precisamente en aquellas actividades de la ciencia denominadas cognitivas, y el objetivo metódico es captarlas lo más cercanamente y sensitivamente que sea posible.

Tomar conciencia de esos objetivos vuelve obsoleta la dicotomía social/cognitivo. Las distinciones entre lo cognitivo y lo social, lo técnico y lo referido a la carrera, lo científico y lo no científico, constantemente se desdibujan y se redibujan en el laboratorio. Además, el tráfico entre las áreas sociales y las técnicas o científicas es en sí mismo un tema de negociación científica: el conocimiento socialmente producido de hoy puede ser el hallazgo técnico científico de mañana, y viceversa.

Materias no científicas se "cientifizan", no solamente en áreas de políticas, sino también dentro del laboratorio. Con el fin de llevar a la práctica nuestro interés en las preocupaciones "cognitivas" (más que en sus relaciones sociales) debemos ver las actividades reales del laboratorio *indiscriminadamente*. Para captar el significado de esas actividades, debemos entrar nosotros mismos en el razonamiento de laboratorio, que revela al científico como un *razonador práctico* que se resiste a ser escindido en dos personalidades, la social y la técnica. Lo que emerge de este razonamiento son las *prácticas* de la producción de conocimiento, y no algunos ingredientes abstractos, sociales o cognitivos. La pregunta acerca de cómo se produce y se reproduce el conocimiento no es nada más (y nada menos) que la pregunta por una teoría de esas prácticas.

13. Los datos y la presentación

Un enfoque sensitivo del estudio de la ciencia, como señalé antes, nos obliga a desechar los intermediarios metodológicos generalmente usados para la recolección de datos. Debemos renunciar a los servicios de entrevistadores, cuestionarios y oficinas de estadísticas, y exponernos nosotros mismos, mediante la observación directa y la participación, al significado salvaje de la acción de esos científicos de laboratorio.

Sin embargo, esto es más fácil de decir que de hacer. Habiendo desesperado de la tarea por el momento, Apostel *et al.*[85] han señalado que los científicos son socialmente menos accesibles a ser investigados que los presos de las cárceles, los obreros de las fábricas, las culturas "primitivas" o incluso los estudiantes, ninguno de los cuales posee realmente los recursos para una defensa frente a las demandas del cientista social. Y esas demandas no son nada menos que irrazonables. A diferencia del estudiante, que puede ganar créditos universitarios, o del preso que *no tiene otra cosa que tiempo*, o del nativo que se toma tiempo para disfrutar de un entretenimiento, los científicos sienten que "no tienen tiempo" para perder. Si bien eso puede ser universalmente cierto, el problema es particularmente agudo en los Estados Unidos, donde el avance de las carreras normalmente depende del número de publicaciones y de citas.

El cientista social, por otra parte, es un intruso en el laboratorio, especialmente cuando está armado de lo que yo llamo una metodología sensitiva (que no debe ser confundida con la medición "no intrusiva" propuesta una vez por Webb *et al.*, 1966). Abstenerse de hacer preguntas va contra los intereses del cientista social, como lo es rehusarse a escuchar llamados telefónicos o conversaciones personales, o a verificar resultados de pruebas, o a espiar reuniones de grupo, o a seguir a los científicos de un escenario a otro de la acción.

[85] Esto es, en su llamado a una investigación empírica de problemas tradicionalmente epistemológicos (1979: 4).

Como consecuencia, el cientista social con frecuencia resultará él mismo una fuente de incomodidad para los sujetos de su investigación, cuando entra a una habitación mientras rumian un artículo o cuando mira sobre sus hombros mientras toman mediciones. Una pregunta inesperada puede hacer que se les mezclen los registros; una ayuda no solicitada puede terminar confundiendo sus muestras. Ellos pueden verse obligados a disculparse ante colegas no escoltados por tener una "sombra". En resumen, el cientista social puede ser acusado, como yo lo he sido, de ser una constante "molestia en el cuello".

La presencia de un cientista social hablador e ignorante en oficinas pequeñas y en laboratorios atestados es un poco diferente de la de un antropólogo viviendo en una carpa separada, en el "campo" abierto de un lugar de reunión de nativos. El antropólogo entrenará y luego posiblemente pagará a un informante, o se asociará con diferentes grupos y recurrirá en busca de ayuda a quien esté más dispuesto. O incluso desaparecerá cuando le parezca apropiado, dejando las pequeñas oscuridades para algún momento posterior. Pero en el laboratorio, el cientista social necesita tener el registro de las actividades de un grupo en particular. No puede ir por ahí de compras en busca de percepciones donde sean más baratas, porque el proceso de los acontecimientos es un interés en sí mismo. Retirarse por períodos sustanciales de tiempo implicaría perder el registro de lo ocurrido, más allá de una ocasional evocación ofrecida por el científico.

La elección de un laboratorio usado en el presente estudio fue dictada por la oportunidad de ser aceptada como una intrusa (sin importar cuán conversadora e ignorante), y la elección de un grupo al cual molestar con mi constante presencia fue determinada por la disposición de un científico en particular a servir como mi informante a lo largo de todo el período de observación. Las observaciones tuvieron lugar entre octubre de 1976 y octubre de 1977 en un centro de investigaciones financiado por el gobierno en Berkeley, California. En enero de 1977, el centro empleaba a aproximadamente 3.300 científicos e ingenieros (incluido el personal técnico y de servicios) y además a 86 estudiantes, científicos visitantes, empleados temporarios y otros colaboradores.

El trabajo del centro estaba dedicado a la investigación básica y aplicada, en las áreas de la química, la física, la microbiología, la toxicología, la ingeniería, el análisis químico, el análisis instrumental y la tecnología de los alimentos. Dos unidades trabajaban en el campo de la ingeniería de los alimentos, mientras que las otras seis estaban más orientadas a problemas generales que a disciplinas específicas. Varios grupos de servicios (como fotógrafos e ilustradores) estaban a disposición de los científicos, como lo estaban otras instalaciones y equipos técnicos de los cuales se decía que eran excelentes. Según un estudio interno, la productividad del staff (medida en términos de tasas de citas y citas totales por miembro individual) estaba a la par de la productividad promedio de varias grandes universidades. Un centro de investigaciones bien equipado, dedicado a las actividades normales de la ciencia, realizadas por un típico conglomerado de científicos de los cuales algunos eran sumamente reconocidos y muchos no lo eran: ésa era la impresión.

Mis observaciones se centraron en la investigación de las proteínas de las plantas, un área que terminó por incluir aspectos de la generación y recuperación de proteínas. Purificación, estructura de partículas, textura, evaluación de valor biológico, y aplicación en el área de la nutrición humana. Nótese que mi observación no se centraba en un grupo específico de individuos: si bien los científicos y los técnicos que yo seguía pertenecían a la misma unidad de investigación, el "grupo" de trabajo constantemente variaba de tamaño y composición administrativa. Por momentos extendía sus límites hasta las instalaciones, los servicios y la cooperación de otras unidades de investigación, mientras que en otros momentos se replegaba sobre sí mismo, algunas veces hasta un punto en que no más de un científico, medio técnico y los raramente vistos "miembros senior" hacían el trabajo.

Durante mi estadía, el trabajo se realizaba en por lo menos cuatro laboratorios diferentes del centro (sin contar los laboratorios de servicios que realizaban los análisis clínicos de rutina). Prácticamente cada científico del centro tenía un pequeño laboratorio conectado con la oficina, así como acceso a instalaciones grandes compartidas por

miembros de una unidad. Por lo general se llevaban adelante diversas líneas de investigación en forma simultánea, y cada científico parecía involucrado en varios proyectos diferentes. Seguir la pista de esos cometidos diversos era tanto un problema para los científicos como para mí, y hubo muchas corridas entre las diferentes instalaciones para no perder de vista instrumentos y técnicos y para remediar toda clase de fallas experimentales.

Además de la observación, yo recolectaba protocolos de laboratorio, borradores de artículos y resultados publicados de investigaciones relevantes. También realizaba entrevistas formales a científicos de otras cinco unidades de investigación, que cubrían diversos campos científicos, sobre cuestiones que surgían de la observación. Sólo una pequeña fracción del material puede analizarse aquí. Los ejemplos presentados se derivan de las notas que tomé durante y después de las observaciones, de conversaciones y entrevistas grabadas y de los materiales escritos recolectados. Cuando fue apropiado, esa información se verificó con los respectivos científicos (lo cual con frecuencia llevó a intentos de renegociar lo que "en realidad" se había querido decir, o sobre qué debía o no debía incluirse en una publicación como ésta).

He tratado de mantenerme fiel, hasta donde fue posible, a una presentación literal del razonamiento de laboratorio de los científicos. Pero sería absurdo sostener que las notas de un participante-observador pueden suministrar un relato literal de lo ocurrido. Allí donde la grabación es poco práctica o imposible (y un año de observación no puede ser puesto en casetes), las notas del observador son poco más que garabatos apurados e incompletos en los que muchas palabras dichas en el laboratorio están omitidas y algunas, ocasionalmente, confundidas. Dado que a menudo es más útil escuchar que tomar apuradas notas en nuestro cuaderno, las notas del observador pueden describirse mejor como reconstrucciones *in situ* de lo que estaba ocurriendo, basadas en palabras, interpretaciones y correcciones que surgían de la situación inmediata.

Como sugerí antes, el procedimiento no se acerca demasiado al relativismo metodológico propiciado por una *etnografía del conoci-*

miento sensitiva, aun cuando es apuntalado por abundantes registros mecánicos. Recordemos también que el problema más perturbador en un enfoque sensitivo no es tanto el de escuchar mejor o entender más, como el de poder dejar que la situación hable. En otras palabras, la cuestión es conservar el significado y poder reducir y presentar los datos de una manera que se mantengan leales a la observación de campo. Las grabaciones resuelven sólo los problemas preliminares (y no obstante cruciales) de conservar la fuente.

Para evitar la necesidad de una reconstrucción excesiva, he resistido la tentación de reelaborar parte del material en una historia de caso de la investigación (si bien mis notas siguen algunas líneas de investigación desde la concepción por parte del científico hasta su final temporario con la publicación). En cambio, he seleccionado y resumido ejemplos de laboratorio para que nos recuerden cuál es su fuente, la que, como se ha subrayado antes, es el razonamiento práctico de los científicos. Dado que hemos tomado ese razonamiento práctico como indicativo del proceso de decisión mediante el cual se construye el conocimiento, diversos aspectos de ese razonamiento pueden usarse para ilustrar diferentes puntos acerca del "cómo" de la producción científica.

Suministraré primero ejemplos del carácter situacionalmente contingente, circunstancial, de la construcción del conocimiento, una argumentación que muestra las selecciones del laboratorio como *contextuales* y la práctica de la ciencia como *local*. El Capítulo III es una digresión sobre el razonamiento analógico del laboratorio, menos ligado con la innovación que con la *orientación* del proceso de selección contextual. En el Capítulo IV, sostengo que las selecciones contextuales del laboratorio están también situadas en un campo de relaciones sociales en las cuales los propios científicos están insertos. El capítulo deriva en una crítica al concepto establecido de la comunidad científica como la unidad de organización cognitiva y social de la ciencia, y de los modelos cuasi económicos alineados con esa concepción. Propone, en cambio, la idea de *campos transcientíficos variables*, e ilustra las relaciones que atraviesan y sostienen esos campos en tanto constituidos por relaciones de recursos. En el Capítulo V, observamos la transformación de las operaciones constructivas de la investigación cuando pasan del laboratorio al artículo científico, la parte más aclamada de la producción. En otras palabras, compararemos el razonamiento salvaje del laboratorio con la amansada (y aun así sumamente interesante) retórica mediante la cual los científicos convierten las construcciones de su laboratorio privado en productos públicos. Basado en lo antedicho, el Capítulo VI argumentará que tenemos que reconsiderar una dicotomía que se ha vuelto crecientemente costosa para nosotros en los últimos años: la distinción entre las dos ciencias, entre el mundo simbólico y cargado de decisiones de las humanidades y las ciencias sociales y el mundo de la tecnología y la naturaleza.

A lo largo del resto del libro, hablaré de la "ciencia" y la "tecnología" sin más calificación. El lector bien predispuesto quizás quiera recordar que esas observaciones han sido realizadas con un puñado de científicos en una determinada área de problemas en un determinado laboratorio de investigación (los lectores mal predispuestos lo recordarán solos). De tanto en tanto, intentaré exorcizar los estudios sociales de la ciencia "erróneos", esperando poner en su lugar los "correctos". Confío en que la indulgencia del lector le permitirá recordar que a menudo lo exorcizado es aquello que mejor conocemos y que nos es más familiar.

Capítulo II
El científico como razonador indicial: la contextualidad y el oportunismo de la investigación

1. El tiempo y el espacio recuperados. La lógica indicial y el oportunismo de la investigación

¿Cuáles son las traducciones de las cuales emergen las selecciones del laboratorio en el proceso de investigación? ¿Cómo llegan los científicos al cierre por el cual un campo de posibilidades esencialmente abierto se cristaliza en selecciones de laboratorio? En el Capítulo I hice referencia a la situación de investigación concreta como la clave para la comprensión de cómo se toman las decisiones. Una mirada de cerca a la escena de la investigación muestra que las selecciones son locales, y que dependen tanto del contexto de la investigación como de la situación concreta de investigación. Vemos las idiosincrasias implicadas en esas selecciones y cómo los criterios de decisión dependen más del proceso que de estipular (o gobernar) su cierre y su determinación. En resumen, ver de cerca la escena de la investigación nos obliga a volver a traer el tiempo y el espacio a las operaciones científicas y a concebirlas como operaciones localmente situadas.

En los últimos años, la noción de situación y la idea de dependencia del contexto han adquirido su mayor prominencia en ciertos enfoques microsociológicos, donde representan lo que los etnometodologistas han llamado la "indicialidad" de la acción social. El concepto de una expresión indicial está tomado de los escritos de Bar-Hillel, y originariamente fue acuñado por Peirce pare referirse al hecho de que un signo puede tener diferentes significados en contextos diferentes, y que el mismo significado puede ser expresado por diferentes

signos (1931-1935, vol. 2: 143).[1] Dentro de la etnometodología, la indicialidad alude al emplazamiento de los enunciados en un contexto de tiempo, de espacio y, eventualmente, de reglas tácitas. En contraste con una teoría del significado basada en la correspondencia, los significados se consideran "situacionalmente determinados", dependientes del contexto concreto en que aparecen en el sentido de que "se desarrollan sólo dentro de una secuencia incesante de acciones prácticas" mediante las actividades interactivas de los participantes (cf. Mehan y Wood, 1975: 23).

En la exposición que sigue utilizaré el término "indicialidad" para referirme a la *contingencia situacional* y al *emplazamiento contextual* de la acción científica. Esta localización contextual revela que los productos de la investigación científica son fabricados y negociados por determinados agentes en un determinado tiempo y espacio, que esos productos son impulsados por los particulares intereses de esos agentes, y por interpretaciones locales y no universalmente válidas y que los actores científicos actúan en los límites mismos del emplazamiento situacional de su acción. En resumen, la contingencia y la contextualidad de la acción científica demuestran que los productos de la ciencia son híbridos que llevan las marcas de la misma *lógica indicial* que caracteriza su producción y no son el producto de alguna racionalidad científica especial que pueda contrastarse con la racionalidad de la interacción social. El método científico es visto como mucho más similar al método social –y los productos de las ciencias naturales más similares a los de las ciencias sociales– de lo que sostenidamente hemos tendido a suponer.

¿Cómo podemos ilustrar esta lógica indicial con algún grado mayor de detalle? El primer aspecto de la indicialidad es un *oportunismo* implícito que se manifiesta en un modo de operación comprable al de un *bricoleur*:

[1] Véanse también las ideas relacionadas de Schultz (1970), sobre las cuales me llamó la atención R. Grathoff. Barnes y Law (1976) han revisado las expresiones indiciales en ciencia. Véase Bar-Hillel (1954).

> [...] Un *bricoleur* [...] no sabe lo que va a producir sino que usa lo que encuentra a su alrededor [...] para producir algún tipo de objeto factible. [...] El *bricoleur*, en contraste [con el ingeniero] siempre se maneja con retazos. Lo que finalmente produce por lo general no está relacionado con ningún proyecto especial, y resulta de una serie de acontecimientos contingentes, de todas las oportunidades que ha tenido: suele ocurrir que, sin un proyecto de largo plazo bien definido, el *bricoleur* le da a su material funciones inesperadas para producir un objeto nuevo. [...] [Esos objetos] representan, no un producto perfecto de ingeniería, sino un *patchwork* de retazos puestos juntos cuando surge la oportunidad [...].[2]

Los *bricoleurs* son oportunistas. Son conscientes de las oportunidades materiales que encuentran en determinado lugar, y las explotan para lograr sus proyectos. Al mismo tiempo, reconocen lo que es factible, y ajustan o desarrollan sus proyectos según eso. Al hacerlo, están constantemente dedicados a producir y reproducir algún tipo de objeto factible que logre cumplir con el propósito que temporariamente se le ha asignado.

Cuando observamos a los científicos trabajar en el laboratorio, esta clase de oportunismo parece ser el sello distintivo de su modo de producción. Referirse al oportunismo de la investigación no sugiere que los científicos sean asistemáticos o irracionales en sus producciones o que sólo busquen hacer carrera. Pueden serlo o no, dependiendo de una variedad de circunstancias. El oportunismo en el que estoy pensando caracteriza un *proceso*, más que a individuos. Se refiere a la *indicialidad* como un modo de producción desde el punto de vista del carácter *ocasionado* de los productos de investigación, en contraste con la idea de que las particularidades de una situación de investigación dada son irrelevantes o despreciables.

[2] Tomo esta descripción del *bricoleur* de Jacob (1977), que usa la imagen del artesano ambulante para ilustrar la evolución biológica como un proceso azaroso no óptimo, redundante, travieso, más que como un proceso planeado y sistemático en el que todo tiene un propósito y nada se desperdicia.

Como en el ejemplo del *bricoleur*, el carácter ocasionado de la investigación se manifiesta primero en el papel desempeñado por los recursos y las instalaciones locales. Por ejemplo, en el instituto que yo observé la existencia de un laboratorio de gran escala en el cual se podían generar, modificar y testear proteínas en grandes volúmenes era atesorada como una oportunidad valiosa, dado que sería difícil o imposible llevar adelante ciertos tipos de investigaciones sin esas instalaciones. El laboratorio estaba bien equipado, bien dotado de personal y supervisado por un técnico experimentado de más edad, descripto como extremadamente confiable e "inteligente", una serie de ventajas adicionales. Como consecuencia, se invertía una gran cantidad de energía científica en conseguir acceso al laboratorio para "explotar" el "recurso". Se buscaban afanosamente, o se inventaban, investigaciones que requirieran el uso de ese laboratorio. Un microscopio electrónico recién comprado que utilizaba lasers ejercía una atracción similar.

No hace falta decir que los científicos que controlaban esos respectivos recursos invertían una gran cantidad de esfuerzo en tratar de impedir que otros los usaran, perfectamente conscientes del aumento de valor logrado al hacer más escaso un recurso ya escaso. En la ciencia, como en todas partes, los intereses particulares y el oportunismo se sostienen entre sí.

Pero no es sólo la suma escasez –y, por ende, la atracción– del recurso lo que orienta el curso de la investigación científica: vi un artículo sobre las propiedades funcionales de las proteínas basado casi exclusivamente en determinaciones químicas proporcionadas por uno de los laboratorios de "servicio" especialmente diseñados del instituto. El científico que escribió el artículo me dejó en claro que si se lo hubiera obligado a realizar (o aun a supervisar) el trabajo a él mismo, habría seleccionado una serie enteramente diferente de pruebas de las que podían hacerse en el laboratorio de servicio; pero dadas las técnicas disponibles, él prefería utilizar el laboratorio de servicio cuando fuera posible.

También se da preferencia a aparatos e instrumentos técnicos que los científicos saben que "están ahí". Los proyectos toman determinados giros porque, como explican los científicos, "teníamos un equipo que había sido desarrollado en otro proyecto y que podíamos usar". Ciertas mediciones se toman porque "las máquinas estaban aquí, de modo que era fácil bajar y usarlas" y ciertos resultados se obtienen porque "bueno, estábamos buscando un camino para sacar la espuma, usted sabe, y eso [*el instrumento*] estaba ahí...". Desde luego, los recursos y las instalaciones de los que se puede disponer en determinado tiempo y lugar no son simplemente tomados y usados: también son objeto de una negociación y una manipulación constantes. Un equipo destinado originariamente a ciertos fines a menudo es convertido para servir a algún otro propósito, o es simplemente "malversado".

Por ejemplo, debido a que un aparato para medir la densidad se había roto, un científico centrifugó el material a medir y luego calculó la densidad aproximada por la diferencia en las mediciones de volumen antes y después del centrifugado. Dado que el centrifugado proporcionaba una comprensión en condiciones plenamente controladas y estandarizadas, la idea, por poco notable que pueda parecer, era en realidad bastante ingeniosa. En un caso similar, un científico tomó prestado un medidor de presión que vio al pasar en uno de los laboratorios y lo "malversó" para determinar la capacidad de absorción de gas de una sustancia (4-20/25). Además, productos químicos que no estaban en stock eran habitualmente sustituidos por otros que sí estaban, de modo tal de no obstaculizar el proceso que estaba en marcha.

Las ideas pueden ser menos tangibles que los productos de investigación, pero no están menos circunstancialmente determinadas en el proceso de investigación. En parte, las ideas son desencadenadas por los recursos y las instalaciones disponibles en determinado tiempo y lugar. También pueden surgir de la dinámica de la interacción entre investigadores, o pueden ser el resultado contingente de otras ocasiones. Los propios científicos se refieren de continuo a este fenómeno: las ideas "se les ocurren" en una particular situación, o "llegan" a una idea mientras están buscando alguna otra cosa, o una idea es suscitada por un artículo de investigación que "se me cruzó". Frecuentemente los historiadores de la ciencia han mostrado el surgimiento de ideas

a partir de contingencias situacionales, y no hay gran necesidad de que yo ilustre más el punto.

En cambio, examinemos el papel que el entorno más amplio desempeña en el establecimiento de las condiciones a partir de las cuales se generan nuevos resultados de investigación y en la provisión de los criterios según los cuales se hacen las selecciones del proceso de investigación. Por lo general, esas condiciones y esos criterios reflejan preocupaciones de relativamente corto plazo y de relevancia exclusivamente local. Por ejemplo, cuando le pregunté a un ingeniero químico si el interés en ahorrar agua (el norte de California en ese momento atravesaba el tercer año de una grave sequía) había desempeñado un papel en sus esfuerzos por usar espuma en vez de agua para ciertos tratamientos de superficie de plantas, me respondió:

> Ah, sí, ahorro de agua, y polución, o reducción. Usted ve, primero que nada ahorro de agua... y segundo, cuanto menos tiempo uno expone las superficies, y cuanto menor el volumen de agua que les llega, menos lixiviación. Y nosotros esperábamos que usando un sustituto para el agua –que en este caso fue espuma– hubiera menos lixiviación del producto. Pero, quiero decir, lo primero fue el agua... En otras palabras, el volumen de espuma contra el volumen de líquido usado para generar la espuma es como 20 a 1, de modo que uno puede ocupar un volumen o cubrir superficies con la décima parte del volumen de agua (9-28/2).

Otro ejemplo surge de un énfasis local en las composiciones químicas que incluían unos pocos ingredientes cuidadosamente seleccionados, de modo de reducir los efectos adversos de la interacción de ingredientes en composiciones complejas (que a menudo son neutralizadas por composiciones aun más complejas). Cuando le pregunté a un químico si yo estaba en lo cierto al suponer que él aplicaba este criterio, dijo:

> Absolutamente. Bueno, en prevención de la formación de licinolalanina empezamos a agregar sisteína. Y a partir de eso, pensamos: bueno, probablemente podíamos obtener la misma cosa con sulfito, que es más barato y más simple. Y luego pensamos, bueno, no... si simplemente le sacamos el aire, haríamos la misma cosa. Y allí es donde fuimos a parar. Fue reducir el monto del tratamiento, realmente, y llegar al mismo final. Usted sabe, si uno controla la incorporación de aire controla la mayor parte de la reacción (9-30/4).

Durante el período de la observación, los ejemplos más notables se refirieron a la forma y a la cantidad de la energía usada. Como podría esperarse, con el surgimiento de la crisis energética en las operaciones "cognitivas" del laboratorio se introdujeron criterios de energía. El énfasis en las implicaciones energéticas de un proyecto de investigación se dio en paralelo con el grado aparente de la crisis (que durante mi estadía en el laboratorio era relativamente pronunciada).

Por ejemplo, un importante paso en la recuperación de proteínas es precipitarlas de la solución, generalmente mediante coagulación por calor. Uno de los científicos que trabajaban en proteínas había encontrado un artículo que mencionaba el uso del cloruro férrico como un método efectivo de precipitar proteínas del agua desechada a bajas temperaturas. En el contexto de una escasez de energía, el uso del cloruro férrico le pareció al científico una alternativa excelente a la coagulación por calor, que, dado el bajo rendimiento de proteínas del material original, consumía una cantidad desproporcionada de energía. Dado que el científico necesitaba la proteína en cantidades sustanciales para pruebas de bioensayo en ratas, y dado que pensaba que el método podría suscitar "un amplio interés" si se podía hacer el trabajo en contextos que no fueran el del artículo original, él rápidamente inició una serie de experimentos usando cloruro férrico. En la misma serie de pruebas, prefirió el filtrado al centrifugado por el ahorro de energía que implicaba (4-4/14).

Permítaseme concluir esta sección subrayando que los científicos son conscientes de la naturaleza situacionalmente contingente de sus productos. Como se sugería antes, ellos hacen referencia a esas contingencias cuando, al preguntárseles, *explican* un particular resultado identificándolo con la propia selectividad indicial que lo constituyó. De hecho, los científicos pueden jugar directamente sobre las li-

mitaciones contextuales cuando están tratando de expandir sus propios horizontes u oportunidades en la competencia con otros.

En consecuencia, el *bricoleur* no es solamente un oportunista pasivo que responde a lo que se le presenta como potencialmente interesante en una situación local. Por ejemplo, durante una discusión de nuevos planes y proyectos, un miembro del grupo de las proteínas me dijo que se había topado con un artículo ruso que "por suerte, aquí nadie conoce". El artículo implicaba que los resultados de un experimento que estaba en marcha podrían ser significativamente mejorados usando un particular jugo de plantas. Lo que pareció convertir esa sugerencia en una provechosa "idea" fue precisamente el hecho de que "nadie aquí" tenía noticia. Cuando se le preguntó si se proponía citar la fuente de la idea; el científico dijo que iba a "citar el artículo en alguna parte" (1-28/1).

No hace falta que las ideas sean robadas (aunque a veces indudablemente lo son) en un universo en el que las transgresiones particulares de las limitaciones contextuales no sólo sirven como estrategias de rutina de movilización de recursos, sino como fuentes de crédito creciente para el autor. Esos usos (o malos usos) de la literatura subyacen cuando ciertos científicos se jactan de que, a diferencia de la mayor parte de sus colegas, ellos "no se pierden" lo que se publica en otros idiomas, considerando, correctamente, que eso es "una fuerza importante". O como cuando los científicos consideran una "tragedia" que no puedan conseguir todo el material que piden. Consideremos las palabras de una bioquímica, que me dijo que

> [...] existe una cierta... un alto porcentaje, quizás, eh... 40% de lo que yo pido que nunca lo consigo... Los autores no te mandan una reedición, la biblioteca no lo consigue, por una razón o por otra. Yo no lo consigo. Eso me vuelve loca, pero tengo la referencia, así que cuando llega el momento en que se vuelve decisivo saber acerca de eso, yo golpeo puertas y termino consiguiéndolo. Pero, usted sabe, si yo hiciera eso por todo lo que no puedo conseguir, no haría nada más [que eso] (9-29/9).

Incapaz de invertir el tiempo necesario, la científica sabía que se estaba perdiendo mucho material relevante. Pero no tenía elección, dadas las diversas barreras a la internacionalidad de la ciencia que existen en la propia literatura (¡publicada!), barreras mayores y de más alcance que las interpuestas por el idioma. Al mismo tiempo, ella jugaba sobre esas limitaciones al transgredirlas de tanto en tanto para realzar la "originalidad" de su grupo de investigación, o para subrayar la "excelencia" de su libro. Los contextos concretos y sus fronteras fijan la escena de la cual surgen los significados del laboratorio, e imponen los límites dentro de los cuales operan los científicos. Pero, en el modo de actuar de la ciencia también constituyen un recurso.

2. Idiosincrasias locales

Hay otras muchas contingencias espaciales y temporales que son relevantes para las decisiones y las selecciones que generan los resultados de la investigación en las ciencias naturales. Algunas son tan habituales y rutinarias que apenas si se las percibe: por ejemplo, las normas laborales locales que prohíben las pruebas después de las cuatro y media de la tarde o en los fines de semana, de modo tal que, para compensar esas interrupciones no metódicas, hay que usar procedimientos de congelación y almacenamiento que luego no son mencionados específicamente en los artículos resultantes. Quizás más interesantes para el sociólogo que quiere comparar procedimientos en las ciencias naturales y las ciencias sociales son las *idiosincrasias locales*, un fenómeno casi completamente pasado por alto en la literatura sobre ciencia.

Igual que cualquier otra organización, los laboratorios de investigación desarrollan interpretaciones locales de las reglas metódicas, un *know-how local* respecto de lo que se quiere significar y de cómo hacer que las cosas funcionen de la mejor manera en la práctica real de investigación. Por ejemplo, el instituto de investigación que observé tenía diversos laboratorios de "servicio" destinados a realizar análisis estándar pero necesarios de composición química. Muchos de esos

análisis además eran "oficiales", en el sentido de que habían sido testeados, documentados y recomendados para su uso por la American Chemical Association o por alguna organización de ese tipo. Cuando un científico que había venido al instituto desde otra área usó por primera vez esas instalaciones, se sorprendió al enterarse de que las pruebas se realizaban sin replicación, aparentemente bajo el supuesto de que esas rutinas estándar no comportaban riesgos o incertidumbres.

Su propia interpretación era exactamente la contraria: las mediciones se normalizan, explicó, precisamente porque *son* importantes, lo cual significa que la precisión es su máximo requisito. La precisión sin replicación, dijo, era "basura". Ilustró este punto diciendo que los ingredientes químicos individuales dentro de una sustancia son informados como porcentajes de la sustancia seca. Si aun una medición relativamente simple (como el contenido de agua) es levemente imprecisa, el error afectará todas las otras mediciones. Consecuentemente, dijo, "cuando yo leo *una* cifra en la literatura, supongo automáticamente que tengo frente a mí un valor medio (basado en varias replicaciones)".

En ese caso, cada parte se aferró a su propia interpretación. Para imponer su argumento, el científico repetidamente le pidió al laboratorio analítico el mismo análisis dos veces, utilizando diferentes códigos de muestras como para no despertar sospechas. El choque de dos sistemas de interpretación localmente desarrollados se hizo claramente visible cuando las expectativas de un científico que había pasado de un sistema al otro fueron constantemente violadas (2-17).

Las idiosincrasias locales también se refieren a cuestiones de composición y de cuantificación; es decir, a qué sustancias deben usarse en un experimento, y cuánto. Aunque en ciertas áreas existen formulaciones estándar, ni siquiera ellas son inmunes a las idiosincrasias locales. Como hemos visto antes, los científicos a menudo rechazan esos estándares para cualquier cosa que no sean análisis de composición de rutina, asegurando que "están muy atrás" respecto del conocimiento actual o son "demasiado viejas", dada la cantidad de tiempo que hace falta para que un método sea oficialmente reconocido. Pero existe también una reserva más básica. En palabras de un bioquímico:

> La mayor parte del trabajo básico se hace... sobre algo similar, pero no sobre lo mismo. Usted sabe, si está hecho sobre lo que a mí me interesa, entonces no vale la pena hacerlo de nuevo. Así que habitualmente se lo hace en algo similar. [...] Y vea, pienso que uno casi siempre tiene que adaptar [un método] de alguna manera. Sin duda, ocasionalmente uno encuentra algo [un método] que justo cuadra perfectamente para resolver un problema, pero yo diría que es la excepción y no la regla (30-9/5).

El interés en las distinciones más que en las similitudes de procedimiento promueve las idiosincracias locales, pero lo mismo pasa con el propio material experimental. Ese material constituye una fuente adicional de constante variación porque por lo general es cultivado (plantas y organismos), criado (animales) o producido (sustancias preparadas o aisladas en el laboratorio) en forma local. Por ejemplo, la proteína vegetal usada en los experimentos en observación provenía de variedades de plantas locales, igual que gran parte de la materia prima usada por los científicos de otros grupos. Como lo presentaba el jefe de un grupo de ingeniería química:

> La gran variabilidad está en la materia prima que se consigue. Nunca hemos podido conseguir la misma materia prima dos veces, y esto es el... [inaudible] con el que cada investigador tiene que enfrentarse. Lo mismo pasa en microbiología. Uno tiene que rascarse en el mismo lugar cada vez, y todo tiene que ser lo mismo, o lo que se relata no tiene sentido (7-30/3).

Por lo general, la variación del material fuente usado por las ciencias biológicas ha sido reconocida como un "fastidio" tanto por los investigadores como por los estudiantes de ciencia. Pero más allá de que sea un "fastidio", esa variabilidad amplía la diferenciación y la distintividad de los productos de investigación que los propios científicos buscan. Como he mencionado, si bien eso contribuye a las idiosincrasias de la investigación, no es de ninguna manera el único ingrediente, contrariamente a lo que a veces se implica en discusiones que giran

sobre la variabilidad de los resultados. El *know-how* que por lo general atesoran los científicos es otro factor, y un factor particularmente visible en las cuestiones de composición y cuantificación.

Por ejemplo, antes de que las proteínas mencionadas más arriba fueran sometidas a altas temperaturas y a fermentación, versiones procesadas de forma diferente fueron mezcladas con otras varias sustancias para comparar las reacciones. El número y la cantidad de esas sustancias reflejaba el intento de cada científico por lograr el control sobre el proceso, utilizando un conocimiento previo sobre qué cantidades se habían usado en otras ocasiones, y con qué resultados e hipótesis fundadas sobre qué podría ser exitoso en el caso que se tenía entre manos. Los procedimientos usados en esos experimentos también eran influidos por interpretaciones locales rutinizadas. Por ejemplo, el tiempo necesario para manipular las muestras antes de que fueran colocadas en los gabinetes de fermentación era contado aquí como "tiempo de fermentación", mientras que en otros lugares figura por separado.

En la misma serie de pruebas, el peso y el volumen de las muestras era medido inmediatamente después de la exposición a la alta temperatura. Según un científico que había venido de otro instituto, ese procedimiento era "problemático" por los cambios de volumen durante el período de enfriamiento. Como consecuencia, los resultados dependían de *cuándo* se tomaban las mediciones. En general, el tiempo durante el cual el material de pruebas estaba expuesto al tratamiento se basaba en conocimiento local respecto de qué funciona mejor.

El tratamiento de las sustancias antes del uso experimental también ilustra diferencias locales. En el ejemplo mencionado antes, los organismos usados para la fermentación eran almacenados y usados durante varias semanas, mientras que en otros laboratorios después de, como máximo, una semana, se los cambia. Nótese que esas variaciones *no* indican que el tiempo de almacenamiento de un microorganismo sea irrelevante para los resultados obtenidos, de acuerdo con los científicos a quienes les pregunté. Antes bien, esas variaciones indican diferencias en interpretaciones locales sobre lo que es relevante, y por qué (1-26/2).

Ese argumento podría extenderse para incluir los instrumentos y los aparatos de medición como fuentes adicionales de potenciales variaciones locales. En vez de eso, quiero enfatizar que por lo menos una parte de esa variación potencial es reconocida en los artículos publicados mediante la referencia a marcas, a firmas que proveyeron determinados instrumentos y a las descripciones detalladas de diversos procedimientos. El argumento aquí *no* es que la ciencia sea *privada* o no pública, sino que la información obtenida en las investigaciones de ciencias naturales y tecnológicas es idiosincrásica. En otras palabras, las selecciones de los procesos de investigación reflejan interpretaciones que son cristalizaciones que rigen en un espacio de contingencia local. Al contrario de lo que podamos pensar, los criterios de "lo que importa" y "lo que no importa" nunca están completamente definidos ni estandarizados a lo largo y a lo ancho de la comunidad científica. Tampoco las reglas de la ciencia oficial están exentas de interpretaciones locales.

En suma, podemos decir que esas interpretaciones se refieren a por lo menos tres áreas de selección:

1. Cuestiones de *composición*, o cuestiones que se refieren a selección de determinadas sustancias, ingredientes o medios instrumentales.
2. Cuestiones de *cuantificación*, o cuestiones sobre cuánto usar de una sustancia, cuánto tiempo debe mantenerse el proceso, cuándo debe tomarse una medición o muestra, etcétera.
3. Cuestiones de *control*, o cuestiones que se refieren a opciones metodológicas tales como simplicidad versus complejidad de las composiciones, comparabilidad estricta versus indirecta, etcétera.

Dado que existen esas opciones, la investigación en las ciencias naturales y tecnológicas no puede ser compartimentada en una sección que está abierta a selecciones situacionalmente contingentes y a influencias contextuales (tales como aquella en la cual se define un problema de investigación), y otra que consiste en la ejecución interna, objetiva y estandarizada de la investigación necesaria. Dado que hay elecciones durante *todo* el proceso de la experimentación, no hay un

corazón de la investigación que, ni siquiera en principio, no esté afectado por las circunstancias de la producción. En otras palabras, igual que como ocurre en las ciencias sociales, la investigación científica en las ciencias naturales y tecnológicas es en principio indeterminada por las "scripturas" (escrituras autorizadas) de un campo, y por su conocimiento tácito, aun cuando se considera que ambos representan en general la información existente. El cierre de esa situación se produce localmente, con la ayuda de la interpretación idiosincrásica, que a su vez es resultado de esa indeterminación.

3. Selecciones ocasionadas y oscilación de los criterios de decisión

Si las selecciones idiosincrásicas y la lógica oportunista marcan las selecciones de los procesos de investigación, ¿qué papel juegan entonces los criterios de decisión en esas selecciones? Presumiblemente, los criterios de decisión tienen una importancia más que local, y se imponen sobre por lo menos algunas contingencias locales al sugerir cuáles decisiones *deben* efectuarse en relación con las opciones indeterminadas con las que los científicos se enfrentan. Consideremos primero la naturaleza de un criterio de decisión. Como se sugirió antes, la construcción de un conocimiento supone una serie de decisiones y negociaciones, esto es, exige sostenidamente que se hagan selecciones. Las selecciones, a su vez, sólo pueden hacerse sobre la base de otras selecciones. En otras palabras, las selecciones deben ser traducidas a nuevas selecciones.

Por ejemplo, una elección entre un filtro y una centrífuga para eliminar agentes de precipitación química de muestras de proteínas fue traducida por los científicos que participaban en un problema de consumo de energía. Al elegir el instrumento de mayor eficiencia energética, ellos se remitieron a un criterio de consumo de energía. Pero ese criterio no es otra cosa que una nueva selección, dado que se pueden imaginar muchas otras traducciones del problema. En realidad,

cuando resultó que el filtro más eficiente en términos de energía no funcionó, los científicos volvieron a la centrífuga, esta vez invocando el criterio de la disponibilidad práctica.

No es de sorprender que por lo general los propios científicos examinen los criterios de decisión como una selección específica más de las muchas posibles (por ejemplo, cuando una decisión previa es cuestionada en el curso de la investigación, o cuando un resultado de evaluación es evaluado a la luz de las decisiones que explican sus características específicas). Así, los criterios de decisión son en realidad traducciones de selecciones a otras selecciones, y no puede haber duda de que algunas de esas traducciones aparecen más frecuentemente que otras. Por ejemplo, en mis observaciones y en conversaciones con otros científicos del instituto encontré referencias frecuentes a los costos, a la simplicidad, a la factibilidad en las circunstancias locales, y en particular a si algo "iba a funcionar" o no.

Aun así, la invocación de esos criterios generales de ninguna manera excluye el impacto de una situación localmente contingente. Para empezar, los criterios de decisión son invocados en determinadas circunstancias, con referencia a un determinado *aspecto* de la investigación cuyos costos se están considerando, y con respecto a un determinado *equivalente*, tal como dinero, tiempo, esfuerzo, etc. Esos aspectos y equivalentes suministran el significado indicial del criterio. También podemos decir que criterios generales como los referidos a los costos no son otra cosa que esquematizaciones de traducciones específicas que varían no sólo con el problema en juego (del cual el aspecto costoso y el equivalente "costo" dependen) sino también en relación con interpretaciones locales (en el sentido de que ciertas traducciones específicas serán preferidas localmente).

En el instituto estudiado, era más fácil conseguir dinero para comprar un instrumento técnico caro que conseguir sumas equivalentes para contratar técnicos o ayudantes-alumnos. Como consecuencia, con frecuencia los científicos preferían los procedimientos instrumentales por sobre los que involucraran mano de obra adicional y, a juzgar por el número de instrumentos técnicos sin uso que había, el ins-

tituto estaba sobreequipado de aparatos. Otros ejemplos fueron presentados en la sección anterior, en relación con el *know-how* desarrollado localmente respecto de "lo que funciona" en ciertas situaciones-problemas.

La selección de una sustancia, una técnica o una fórmula de composición "porque funciona" nos remite al hecho de que el éxito tiene una relevancia mayor que la verdad en el trabajo concreto de laboratorio. Los éxitos, como se sugirió más arriba, no comparten la calidad absoluta de la verdad. No sólo el éxito es, como dijo un científico, "un viaje diferente para cada uno de nosotros", sino que lo que funciona -y en consecuencia cuenta para alcanzar el éxito- depende tanto de las traducciones que rutinariamente surgen de las preocupaciones prácticas en un sitio de investigación, como de la dinámica de la negociación y la renovación o modificación de esas traducciones.

Si bien los criterios son considerados como esquematizaciones de traducciones específicas de elecciones que se originan en situaciones locales de laboratorio, no podemos suponer automáticamente que en situaciones diferentes se aplican los mismos criterios. No es de sorprender la *oscilación* de los científicos entre criterios diametralmente opuestos. Un buen ejemplo puede encontrarse en una investigación estrictamente "aplicada" de proteínas destinada a poner a prueba la susceptibilidad de proteínas de las plantas para el consumo humano. Se realizó una importante serie de pruebas para explorar el comportamiento y el efecto de esas proteínas cuando se las usaba como aditivos de los alimentos. Las pruebas se realizaban en un laboratorio especial diseñado para experimentos relacionados con las cualidades de horneado de diversos alimentos (para profundizar la relevancia práctica de la investigación del instituto).

En el caso presente, una de las preguntas planteadas fue cómo el agregado de proteínas tratadas de modo diferente, de orígenes diversos, influiría sobre la textura de panes de prueba. En vista del hecho de que los experimentos no involucraban mezclas químicas de interés sólo para los científicos, sino "panes" verdaderos (aunque del tamaño de muestras), uno esperaría que las muestras básicas, pre-aditivos simularan de alguna manera un pan estándar; esto es, que el criterio para la elección (y la cantidad) de ingredientes se basara en la composición de panes estándar de panadería.

Sin embargo, el científico que supervisó las pruebas eligió los ingredientes sobre la base del control experimental y no de la aplicación práctica, usando los componentes "absolutamente esenciales". Como consecuencia, terminó probando la proteína como aditivo alimentario en "panes" de un tipo que no se encuentra en ningún otro lugar, y que, excepto en el caso de una hambruna, no podrían ser considerados "comida". De esa manera, el principio que sustentó seis meses de investigaciones y varios artículos era de ciencia básica. Explícitamente, el científico definió su proyecto como un intento de averiguar qué les pasaba a las muestras en condiciones de máximo control, aun cuando ese principio contrastaba marcadamente con la naturaleza "aplicada" del proyecto, y pese al hecho de que el criterio de relevancia práctica había sido la razón para testear las proteínas en el primer lugar (12-29).

Esos cambios de criterio no son nada nuevo. Pero lo que se quiere destacar aquí es que no son ni excepcionales ni son la marca de una investigación mal direccionada o "subversiva", en la que los intereses personales del científico prevalecen por sobre lo que es "correcto y adecuado". Por el contrario, esa oscilación entre criterios -que depende de preferencias, ventajas y oportunidades ocasionadas- parece ser un rasgo común de la práctica científica. En general, sin embargo, probablemente sea menos visible que en el caso recién mencionado, dado que muchas elecciones de laboratorio están implícitas y no explícitas. Aun cuando las elecciones mismas no sean el foco de la atención, un cambio implícito de criterio sólo puede conocerse a través de la conversación y de dichos espontáneos.

En un caso al que se aludió más arriba, en el cual el uso de cloruro férrico reemplazó la coagulación por calor como medio de precipitar proteínas a baja temperatura, la elección fue racionalizada en términos de ahorro de energía que reduciría sustancialmente el costo de generar grandes cantidades de proteínas. Aun así, después de varios meses de testeo exitoso, el científico a cargo del laboratorio dijo

que no tenía "ni idea de cuánto cuesta el cloruro férrico" y que además "no le interesaba". En ese proyecto los costos se definieron en términos de energía, y en gran medida se desentendían de todo lo demás. No estoy negando que, de haber sido el costo del cloruro férrico notoriamente alto, la "idea" se habría desacreditado a los ojos de los científicos. Pero a falta de amenazas que se impusieran por sí mismas, las selecciones no fueron traducidas en términos de costos sino en cuestiones de cómo hacer que las cosas funcionaran (6-8/2).

En parte, la razón por la cual esas oscilaciones de criterios de decisión rara vez son advertidas en el laboratorio es que es más probable que los científicos (como partícipes y también como observadores) se pregunten ¿por qué? En lugar de ¿por qué no? En la medida en que los fundamentos para una decisión parezcan verosímiles o que una opción no sea problemática, parece haber escasas razones para preguntarse por qué *no* se eligió alguna otra cosa. Además, en muchos casos las posibles alternativas no son obvias, y pueden ser descubiertas sólo mediante diversos grados de esfuerzo. Como veremos en el Capítulo V, los artículos científicos no están diseñados para promover una comprensión de alternativas, sino para alentar la impresión de que lo que *se ha hecho* es todo lo que *podía hacerse*. Pero no es difícil encontrar casos notorios de oscilación de criterios en la literatura publicada, si uno se toma la molestia de mirar atentamente.

Para dar un último ejemplo, consideremos el trabajo en la generación de proteínas de una sola célula. La fuerza impulsora de ese esfuerzo de investigación es la noción de que la proteína adecuada para consumo humano puede aislarse de las células de ciertos microorganismos sumamente abundantes. Sin embargo, la necesaria disrupción de la pared celular se logra en la actualidad por un método de homogeneización que emplea CO_2 líquido como enfriador,[3] un método que cuesta unos 10 mil dólares por cada mil gramos de proteína microbiana. Además, la proteína resultante es modificada químicamente con el

[3] Para la descripción y uso de este método, véase Dunhill y Lilly (1975) y Cunningham, Cater y Mattil (1977).

fin de hacerla más adecuada para el consumo humano. Y antes de que ese proceso de modificación pueda proceder, la proteína es tratada con compuestos orgánicos potencialmente tóxicos.[4]

Como consecuencia, la imagen que obtenemos de esa investigación de largo plazo es la de una proteína "barata" que es tremendamente cara de producir, y a la cual se la hace "adecuada para el consumo humano" mediante el uso de sustancias tóxicas. Es de esperar que la Food and Drug Administration impida que esas proteínas microbianas entren alguna vez al mercado. No hace falta decir que los científicos ajustan sus objetivos mientras avanzan, para adecuarlos a la dirección que toma la investigación. Así, si el criterio elegido descarta el uso pretendido de un resultado, la investigación dará un vuelco "fundamental"; o se remitirá a otros usos.[5]

4. El olvidado lugar de la investigación: organización versus situación de laboratorio

No sólo la fabricación del conocimiento en el laboratorio, sino también el carácter ocasionado de las selecciones de laboratorio (de los cuales son muestras el oportunismo, las idiosincrasias locales y los cambios de criterio) han sido desatendidos por la literatura relevante. Este olvido del carácter ocasionado de la acción social no se limita a los estudios de la ciencia. Como señaló Goffman en un artículo titulado "The Neglected Situation", la mayor parte de la investigación social lleva implícita la idea de que "las situaciones sociales no tienen propiedades y estructuras propias, sino que meramente marcan [...] la

[4] Kinsella y Shetty (1978: 814) advierten que el "amplio rango de reactivos" usado en la investigación sobre la modificación química de la proteína son "en su mayoría inusables para el uso con proteínas alimentarias". Para más referencias, véase los mismos autores. Un resumen anterior puede encontrarse en Means y Feeney (1971).

[5] Ambas tendencias pueden ser documentadas en la literatura sobre proteínas microbianas y modificación química de las proteínas, de las que los autores antes mencionados proveen suficientes referencias.

intersección geométrica de actores que conllevan atributos sociales particulares". Las variables sociológicas establecidas, como la edad, el sexo o la clase social, son medidas en una escala bajo-alto, y se supone que la intersección de los respectivos valores de esas variables determina lo que ocurre en una situación. En oposición a esta práctica, Goffman y otros han argumentado que, en términos de interacción verbal, las situaciones sociales constituyen una realidad *sui generis* que entraña compulsiones, organización y una dinámica que no puede ser predicha a partir de los valores que los actores participantes asumen respecto de un conjunto de variables.[6] Véase también el concepto de "milieu" desarrollado por Grathoff (1979).[7]

Frente al cargo de que la situación de investigación ha sido descuidada en estudios relevantes de la ciencia se puede contraargumentar que las *organizaciones* científicas han sido ampliamente investigadas tanto en la sociología de la ciencia como en la historia social de la ciencia.[8] Durante los últimos años en particular, la sociología cognitiva de la ciencia se ha interesado cada vez más en el papel que desempeñan las organizaciones en la orientación de la investigación científica.[9] De todos modos, las organizaciones por lo general son demasiado grandes como para permitir el tipo de estudio microscópico aquí propiciado. Pero la pregunta más importante planteada por Goffman se refiere a la indeterminación de la acción social *más allá y por encima* de lo que podemos derivar de ubicar esa acción dentro de un conjunto de características organizativas.

Esa indeterminación fue mencionada en el Capítulo I cuando señalamos que los estudios de la ciencia no subsumen la producción o la aceptación del conocimiento en un conjunto de criterios de validez general. En este punto, debería subrayarse que esa indeterminación penetra en el propio centro de las organizaciones, ya que su origen está en la interpretación situada y en la dinámica de interacción dentro de situaciones particulares. Si elegimos una unidad de análisis mayor que el sitio concreto de la acción, nos quedaremos sin la indeterminación que caracteriza la situación.

La teoría de las organizaciones sabe desde hace ya algún tiempo que no se les puede suponer objetivos homogéneos a los diferentes miembros de una organización, ni se puede suponer que el propósito oficial de una organización integre en realidad las acciones de sus miembros. Aun cuando los objetivos de una organización se basen en algo más que en la imagen pública, serán interpretados de diferentes maneras por diferentes personas en diferentes momentos. Las organizaciones son importantes porque proveen un paraguas para grupos y ocasiones diversos, pero su existencia como unidades independientes de las interacciones sociales que subsumen no descarta la necesidad de investigar esas interacciones subyacentes.[10] Mediante el estudio de esas interacciones podemos aspirar a entender los significados y la

[6] Cf. Goffman (1973: 63), que define las situaciones, más estrechamente que como lo hago aquí, como "un entorno de posibilidades que se controlan mutuamente, en cualquier lugar dentro del cual un individuo se encuentre accesible al sentido desnudo de todos los otros que están 'presentes', y similarmente los encuentre accesibles a él".

[7] Grathoff expone el concepto de "milieu" con vistas a una fenomenología de lo típico y lo normal basada en Schutz y Natanson. Véase también Grathoff (1975).

[8] La mayoría de los estudios sobre organizaciones científicas se han centrado en la productividad de los científicos o en los potenciales problemas y dificultades que surgen de un entorno burocrático que rodea a las actividades científicas. Véanse, por ejemplo, Crane (1965), Meltzer (1965), Marcson (1960), Kornhauser (1962), Pelz y Andrews (1966; revisado en 1976); Blume y Sinclair (1973) y los estudios reunidos en Andrews (1979).

[9] La sociología cognitiva de la ciencia ha subrayado la necesidad de incluir factores cognitivos en el estudio de las organizaciones científicas. Véase particularmente Whitley (1975, 1977a,b; 1978). Para evidencias de que algunos factores cognitivos pueden no desempeñar el papel que se les atribuye, véase Cole (1979). Para la creciente atención dedicada a las organizaciones científicas en los últimos años, véanse las dos investigaciones internacionales europeas realizadas sobre el tema. Una, coordinada por la División de Política de la Ciencia de la Unesco, en París, ha sido repetida en otros varios países de Europa. Véanse deHemptinne y Andrews (1979) y deHemptinne (1979). Para algunos estudios recientes sobre estos emprendimientos, véanse Andrews (1979), Crawford y Perry (1976)y Lemaine y Lecuyer (1972). Un resumen de los desarrollos relevantes en política de la ciencia es proporcionado por Salomon (1977). Para el papel cambiante de los científicos en diversas situaciones organizativas, véase Ben-David (1971).

[10] Un ejemplo de un argumento abarcativo en esta dirección es aportado por el resumen de Silverman del estado de la teoría de las organizaciones (1970). Para recientes críticas relevantes a las organizaciones científicas, véanse Callon y Vignolle (1977), de Kervasdoue y Kimberly (1977) y Knorr (1979b).

consecuencialidad de las características formales de una organización. En el laboratorio científico, por ejemplo, esos significados consistentemente señalan hacia afuera de la organización, a campos de interacción y comunicación transcientíficos, como veremos en el Capítulo IV. El marco de referencia bosquejado por los propios científicos constantemente traspasa las fronteras organizacionales, y es al mismo tiempo mayor y menor que la unidad circunscripta por esas fronteras.

Un correlato curioso de esa indeterminación es que la realidad social parece volverse más compleja, variable y, en un sentido, más desordenada cuanto más nos acercamos a su micronivel, y no, como podríamos suponer, cuanto más nos acercamos a la cuestión de las macroestructuras societarias.[11] Es tentador asociar la "naturaleza" de las organizaciones con la indeterminación de la acción social, al concebirlas como un dispositivo cotidiano para asegurar, mediante el control y la regulación, que los resultados de esa acción sean estables. Ese supuesto parece estar detrás de muchos abordajes organizacionales en los cuales la acción organizacional es pensada como efectivamente regulada por medio de normas y procedimientos formalizados. Sin embargo, si bien con frecuencia podemos rastrear el origen de una regla en un interés en controlar la acción social, no podemos presumir que tales reglas formales de hecho eliminan la lógica situacional y la contingencia de la acción social.

Tampoco podemos apoyarnos en el supuesto, igualmente simple, de que la contingencia puede eliminarse mediante el ejercicio transparente del poder. Algunos estudios recientes de la toma de decisiones organizacionales han documentado un sorprendente monto de actividad interpretativa dentro de la trama estructural de las normas y las

[11] Una parte de las razones de esto es, por supuesto, que la microsociología tiende a depender de los datos agregados y de las estadísticas sumarias, descuidando a menudo no sólo los rasgos dinámicos de la interacción directa sino también la dinámica y la historicidad del cambio societario. Comparado con los resultados simplificados de ese tipo de procedimientos, el micronivel de las acciones sociales aparece indebidamente complejo, y produce la impresión de que constantemente esquiva la comprensión del análisis científico.

definiciones formales.[12] El siguiente resumen de nueve meses de interacción entre un científico y el jefe de un grupo diferente demuestra el margen de flexibilidad que puede subsistir pese a la existencia de roles no ambiguos y de relaciones claramente definidas en la organización científica, así como los variados resultados y las definiciones situacionales a las cuales ese margen de flexibilidad da lugar.

5. Reglas variables y poder

El centro de investigaciones mantenía varios laboratorios que estaban específicamente destinados a producir sustancias con propiedades que proscribirían la operatoria normal de laboratorio y que parcialmente simularían las condiciones de la práctica industrial. El equipo para esos laboratorios es caro, y el entrenamiento de un grupo de técnicos para llevar adelante adecuadamente las operaciones puede llevar años. Nos enteramos de que, según los científicos, las instalaciones de ese tipo son poco comunes y muy valoradas. Dado que el uso de un laboratorio de este tipo constituye "una oportunidad inusual", aquellos científicos que tenían acceso parecían muy deseosos de negar ese acceso a cualquier otra persona.

En teoría, los laboratorios y demás equipos supervisados por

[12] Por ejemplo, los estudios sobre registros organizacionales producidos por clínicas de salud mental, hospitales, departamentos de policía, tribunales juveniles e instituciones similares han mostrado que esas interpretaciones dan como resultado una serie de características que Denzin (1969) resume como sigue: 1) las organizaciones se perpetúan a través del tiempo generando registros ficticios; 2) organizaciones comparables difieren en el significado que asignan a los mismos acontecimientos (nacimientos, muerte, matrimonio, enfermedad mental, delito, etc.); 3) la producción de registros organizacionales es básicamente un proceso interactivo basado en el rumor, el chisme, la conversación oída al pasar, informaciones discrepantes y los libros de registro biográficamente imperfectos; y 4) cuando aglutinan todos esos informes organizacionales, para clasificar los casos recalcitrantes los miembros por lo común se apoyan en categorías abiertas de significado e interpretación; es decir, elaboran y modifican continuamente el significado de las categorías. Está claro que en cualquier estudio de las organizaciones esos resultados requieren el uso de una metodología sensitiva (como la bosquejada antes).

cualquier unidad o jefe de investigación tenían que ser puestos a disposición de todos los demás cuando hiciera falta. Como consecuencia, la apropiación privada de recursos escasos estaba excluida: es decir, excluida en la "ley" pero no en la práctica. Watkins,[13] que era el jefe de investigación de ese laboratorio, además de sus tareas oficiales estaba interesado en controlar en la práctica el uso del laboratorio. Entre los científicos que observé se decía que le hacía extremadamente difícil a cualquier otro usar esa instalación.

Además, controlaba al personal técnico del laboratorio. Años antes, había contratado a Kelly (quien estaba trabajando en un puesto que no le gustaba) y lo había puesto a cargo de los técnicos del laboratorio. Kelly no hacía nada sin las órdenes o el aval de Watkins; el propio Kelly tenía a raya al resto de los técnicos. Watkins gozaba de una buena reputación internacional, y volaba a Washington cada tantos meses para actuar como consultor del gobierno. Por medio de su poder personal, Watkins había subvertido de hecho la norma oficial, cuyo propósito era garantizar que todos los recursos se compartieran, y por lo tanto creaba un estado de desorden en el cual todo era posible, dependiendo de negociaciones individuales con Watkins y de la respectiva situación.

Poco después de que Dietrich se sumara al grupo de científicos que yo observaba preferentemente, lo intrigó la idea de usar el laboratorio de Watkins para pruebas de recuperación de proteínas. La idea cosechó poco apoyo de sus superiores, que alguna vez habían sido miembros del grupo de Watkins y seguían conservando una inquina al respecto (aunque no querían hablar de eso). Pero Dietrich persistió y pronto se ganó la cooperación de Watkins. Dado que Watkins había trabajado en el área de recuperación de proteínas durante muchos años (aun cuando usaba materiales fuente distintos que Dietrich y sus colegas), la sensación que se tenía era que a él le iba a interesar observar los experimentos y que su personal se familiarizara con los procedimientos involucrados. En cualquier caso, él otorgaba el acceso a "su" laboratorio y "su" personal.

[13] Por razones obvias, los nombres de los científicos en estos y otros ejemplos han sido cambiados.

Unos meses más tarde, Dietrich quiso usar de nuevo el laboratorio, pero sin la participación directa de Watkins. Dado que era sabido que Watkins insistía en ser coautor de cualquier artículo basado en investigaciones realizadas en sus instalaciones, Dietrich trató de encontrar alguna manera de eludir a ese colaborador no buscado. Con ese fin, sostuvo que se había quedado sin proteínas y que necesitaba otra ronda de generación de proteínas; su intento *verdadero* era agregar un paso importante al procedimiento experimental que cambiaría el color y el valor biológico de la proteína recuperada. Un pedido "oficial" de acceso al laboratorio de Watkins se topó con los esperados obstáculos interpuestos por éste, quien dijo que su grupo necesitaba el laboratorio.

Después de un largo silencio, finalmente "accedió", programando las experiencias para el día siguiente, lo cual dejaba a Dietrich demasiado poco tiempo para una preparación adecuada. Watkins se fue a la ciudad ese día, pero dejó a Kelly y a otro científico de su grupo para que se aseguraran de que Dietrich se mantuviera estrictamente aferrado al procedimiento inicial. Dietrich no le dijo nada a Kelly sobre el nuevo paso que se iba a incluir en los experimentos, y Kelly usó el diagrama de flujo anterior para guiar las operaciones. Cuando llegó el momento de las operaciones nuevas, Dietrich trató de introducirlas de contrabando, sugiriendo que se trataba de algo que ellos "obviamente" tenían que hacer. Mientras negociaba por la inclusión de la operación, el científico a quien Watkins había designado como "perro guardián" de pronto apareció para preguntar sobre los progresos del experimento. Según Dietrich, Kelly lo había llamado para alertarlo sobre el paso nuevo. El resultado fue que Dietrich tuvo que abandonar el plan original.

La tercera ronda se produjo algunos meses más tarde, cuando Dietrich mostró a Watkins el artículo que había escrito sobre la base del primer conjunto de experimentos. Por supuesto, Watkins era coautor, dado que se había utilizado su laboratorio. Después de leer los resultados, Watkins le pidió a Dietrich que repitiera las pruebas. Dietrich lo interpretó como un intento de asegurarse de que el procedimiento

funcionaba y de que los técnicos de Watkins estuvieran completamente familiarizados con él. Sintió que ahora Watkins se estaba dando cuenta de las potencialidades del procedimiento. Después de pensarlo un poco, Dietrich accedió a repetir los experimentos. También decidió incluir el paso adicional, pero esta vez en una versión revisada y suficientemente pre-probada que pensó que iba a pasar desapercibida. Esta vez lo logró.

La actitud de Watkins hacia Dietrich y su interés en el laboratorio fue neutral primero, luego sumamente negativa y resistente, y finalmente positiva cuando fue idea del propio Watkins que Dietrich usara el laboratorio. Esas variaciones existieron pese al hecho de que en las distintas ocasiones estaban en juego los mismos experimentos, y pese a una regla oficial directamente relevante y a una rígida constelación de poder. Dentro de la indeterminación creada por la subversión de la norma por parte de Watkins, Watkins y Dietrich negociaron el resultado de su interacción con suertes diversas, basadas en el cambio de sus intereses y de sus interpretaciones.

En lo que hace a las reglas, el punto es que en este proceso ellas parecen funcionar más como instrumentos de negociación o como armas con usos variados que como pautas estabilizadoras de las acciones, obedecidas por los diversos actores. Las reglas son activamente manipuladas en el proceso de negociación, lo cual quiere decir que pueden ser apoyadas, reforzadas, modificadas, estiradas, retorcidas, eludidas y aun directamente salteadas, o todo eso junto. Su papel es variable y si una regla existente puede o no puede ser aducida en apoyo del derecho propio, eso depende de la situación específica. En el presente ejemplo, Dietrich simplemente no pudo dirigirse al director del centro de investigaciones y reclamarle su derecho de acceder al laboratorio de Watkins. Un paso de ese tipo probablemente habría deteriorado sus relaciones sociales (y las de su jefe de investigación), poniendo de ese modo en peligro el éxito último de su proyecto y el de cualquier investigación futura sobre esas líneas.

Pero si las reglas son estrictamente reforzadas en un aspecto, ese efecto bien podría ser contrarrestado por cambios compensatorios en

otro respecto. Por ejemplo, la regla "estricta" de que los manuscritos tenían que ser revisados por otros dos científicos del centro de investigaciones antes de poder ser presentados a una revista era contrarrestada por el derecho de los científicos a elegir ellos mismos esos revisores. Así, la norma podía usarse para apuntalar los propios intereses. Por ejemplo, si Dietrich hubiera querido publicar un artículo sin más demora, podía elegir revisores que eran conocidos por ser "fáciles". Si él o sus coautores querían "pisar terreno firme", elegía un revisor "crítico". (Elegir *dos* revisores críticos era considerado riesgoso, dado que entonces era posible tener dos informes desfavorables y por lo tanto ser conocido como el autor de un artículo "malo".) En la práctica, los científicos tenían la posibilidad de volver inefectiva la regla cuando así lo querían y recuperar para ellos el control de lo que se publicaba. En suma, si bien no debemos disminuir la importancia de las reglas como instrumentos de la acción social, no podemos suponer que ellas suprimen la indeterminación y la contingencia subyacentes de esa acción ni los procesos de negociación que deberían estar determinados por esas reglas.

Si bien puede decirse que las reglas formales estructuran activamente, más que regular restrictivamente, el proceso de interacción, ¿es cierto también que esa regulación se logra mediante el ejercicio del poder por parte de quienes formal o informalmente controlan ciertos aspectos de una organización? Como lo indica la dinámica del ejemplo anterior, cualquier ejercicio de poder presupone por lo menos cierto poder potencial por parte de aquellos a quienes está dirigido. Pese a una rígida constelación de poder que parecía dar a Watkins una superioridad imbatible, Dietrich no era ningún perdedor. Como se ha señalado, la movilización de potenciales fuentes de poder por parte de los "sin poder" puede ser una importante estrategia de cambio social, mientras que los efectos de alguna victoria fácil de una parte sobre otra por lo general son provisorios y temporales.[14]

[14] Ésa es la tesis de *Resources for the Social Change* de Coleman (1971). El mejor ejemplo de movilización de poder no convencional (e ilegítimo) es el terrorismo moderno.

Para tomar prestada una frase de Crozier *et al.*, el poder es una relación simétrica, aunque desbalanceada. Esa simetría sugiere que el poder debe ser analizado concretamente y específicamente en la acción social, como una función compleja cuyo efecto ni es negativo (un punto enfatizado por Foucault) ni parte de una regulación definida impuesta sobre la respectiva relación.[15] Dado que los contextos y las situaciones cambian constantemente, el poder no puede asegurar un resultado favorable de una vez y para siempre obligando a la acción social a entrar en una reproducción automática. Más bien, *el poder debe ser ejercido* en un juego constantemente cambiante y, una vez más, esto significa que la indeterminación y la contingencia situacional de la acción social no han sido eliminadas.

6. Conclusiones

Consideramos la variabilidad de las reglas, la oscilación de los criterios de decisión, las idiosincrasias de investigación locales, el oportunismo del proceso y el juego de los científicos con las limitaciones contextuales como diferentes aspectos de una *lógica oportunista* de investigación. Es tranquilizador encontrar que otros estudios de laboratorio están empezando a confirmar esa lógica oportunista.[16] Como ya he indicado, los hallazgos científicos pueden ser vistos como compuestos complejos de selecciones que son *contextualmente contingentes* en el sentido indicial aquí ilustrado. Está claro, también, que una vez que las selecciones de laboratorio se han cristalizado en un resultado científico, las contingencias y las selecciones contextuales presentes en su origen ya no pueden ser diferenciadas. En realidad, los propios científicos descontextualizan los productos de su trabajo cuando los convierten en "hallazgos" "informados" en el artículo científico.

Para restablecer esa contextualidad de la ciencia, hemos tenido que introducirnos en el laboratorio y observar el proceso de la producción de conocimiento. En vista de esa lógica oportunista que vimos funcionar en el proceso, el "método científico" puede ser visto como una forma de práctica localmente situada, localmente proliferante, más que como un paradigma de una universalidad no local. Está impregnado de contexto, y no libre de contexto. Y se lo puede ver como enraizado en un sitio de acción social, de la misma manera que otras formas de la vida social.

[15] El tipo de análisis del poder que tengo en mente es demostrado desde una perspectiva sociológica en la obra de Cicourel sobre delincuencia juvenil y desde una perspectiva histórica en la obra reciente de Foucault. Véase Cicourel (1968) y Foucault (1975, 1977). Las ideas teóricas de Foucault sobre la materia están resumidas en su *Vérité et Pouvoir* (1978); véanse también sus trabajos previos (1975: 29-33; 1977: 121-135). Otro ejemplo reciente de la inclusión de una noción de poder en un enfoque microsociológico es Harré (1979).

[16] Aun cuando lo hacen bajo títulos diferentes, generalmente he usado las nociones de indicialidad, oportunismo y contingencia situacional para referirme al fenómeno (1977; 1979a,b). Otros también se han referido a la importancia del "milieu", el desorden local o la naturaleza circunstancial de la investigación. Véanse particularmente Latour y Woolgar (1979: 235 ss.) y los artículos todavía inéditos de Lynch (1979) y Zenzen y Restivo (1979).

Capítulo III
El científico como razonador analógico: un principio de orientación y una crítica a la teoría metafórica de la innovación

"Pascualino siete bellezas es el *King Kong* de Wertmuller, su *Nashville*, su *8 y 1/2*, su *Navigator*, su *Luces de la ciudad*." VINCENT CANBY, *Sunday New York Times*

1. LA TEORÍA METAFÓRICA DE LA INNOVACIÓN

Para Nietzsche, la *igualación de lo desigual* constituía el origen de todas las ideas. "La característica esencial de nuestro pensamiento –dijo– es la adaptación de material nuevo a esquemas viejos [...] *igualando* lo que es nuevo." Nietzsche, además, argumentó que la verdad misma no es más que "un ejército móvil de metáforas, metonimias, antropomorfismos", cuyos orígenes de "igualación" han sido olvidados.[1] Si bien la teoría metafórica de la innovación ha redescubierto el origen de lo nuevo en el discurso figurado, parece haber olvidado que igualar es un proceso de trabajo que implica fuerza y la posibilidad tanto de éxito como de fracaso. Al tiempo que criticaremos la teoría metafórica por la igualación que hace entre la ocurrencia de una "idea" y el fenómeno de la innovación, ella nos interesará no sólo como la teoría de la innovación dominante, sino como una teoría que tiene algo que decir acerca de la *circulación* de las selecciones (o ideas) científicas entre diferentes contextos de investigación, apuntando así a un principio de *orientación* de la investigación. Analicemos ahora la teoría metafórica

[1] Véase la traducción inglesa de *Über Wahrheit und Lüge im aussermoralischen Sinne*, de Nietzsche (1973, vol. 3, Parte 2: 374 ss.), en la edición de sus obras de Oscar Levy (1964, vol. 2: 179 ss.). Véase también la traducción de Walter Kaufmann de 1968 de *Will to Power*, de Nietzsche.

como una teoría de la innovación y luego confrontémosla con el proceso de investigación que encontramos en el laboratorio.

Imaginemos que dos científicos conversan a la hora del almuerzo sobre el avance de un trabajo sobre proteínas. Uno de ellos toma del estante sus muestras de proteínas y se las enseña al otro. Dice que no puede dar cuenta de los diferentes volúmenes obtenidos en una serie de experimentos referidos a proteínas expuestas a distintos grados de temperatura. El otro sugiere que tal vez la resistencia de las partículas proteínicas es un factor relevante y se explaya sobre las dimensiones y el comportamiento de las partículas. "Bueno", dice el primer científico mientras hace girar entre sus manos la muestra de "peor" aspecto, "¡esta proteína *realmente* se ve como arena!"

Símiles como ése atrajeron cierta atención en la literatura reciente debido al papel que se les atribuyó en la innovación científica. "Si la proteína se ve como arena –razonó el científico al que pertenecían las muestras– debe estar desnaturalizada. Si *está* desnaturalizada, tendría el efecto de diluir las muestras, y ningún otro. Si diluye las muestras como arena, demostraría la 'teoría de la dilución' en la que todos parecen creer. Pero si *no* tiene el efecto de arena, finalmente puedo refutar esa tontería de la dilución y proponer mi propia interpretación." Tres horas después, el científico había abandonado su proyecto anterior, había ido al depósito en busca de arena químicamente pura, iniciado un experimento "rápido y sucio" con el objeto de comparar la reacción de las muestras de arena y proteínas al tratamiento de calor, y casi había destruido un excelente mezclador en el proceso.

Sin embargo, también había conseguido elementos muy convincentes para su interpretación, ya que el comportamiento de las muestras diluidas de arena difería de forma significativa del de las muestras diluidas de proteína. Sin duda los resultados eran preliminares debido a las características precipitadas del experimento. De todos modos, la comparación entre la proteína y la arena finalmente dio lugar a una nueva teoría de aditivos proteicos y a una compleja investigación sobre el comportamiento de las partículas proteicas.

La teoría metafórica de la innovación supone que comparaciones figurativas como la realizada entre proteína y arena son el origen mismo de la innovación conceptual.[2] Por medio de la metáfora, de pronto se percibe que hay algún tipo de correspondencia entre dos fenómenos que no suelen asociarse uno con el otro. Esa sugerencia de una similitud entre ideas hasta entonces no relacionadas permite que los sistemas de conocimientos y de creencias asociados con cada uno de los objetos conceptuales puedan referirse al otro, y produce una extensión creativa del conocimiento. El ejemplo anterior es algo más complicado, dado que las similitudes entre proteína y arena sugirieron un experimento a los efectos de revelar una presunta diferencia implícita entre las respectivas partículas con respecto a la propiedad de desnaturalización. Sin embargo, eso se hizo mediante el recurso de relacionar las propiedades de un fenómeno (arena) con otro (proteínas), cuyas propiedades eran el tema de la investigación.

En la utilización literaria de la metáfora, se logra el mismo efecto por medio de sistemas de asociación combinados con un objeto conceptual. Por ejemplo, "el infierno es un lago de hielo",[3] de Dante, extiende la imagen previa que tiene el lector del infierno al incluir en ella asociaciones que suelen restringirse al "lago de hielo". Esa extensión creativa de las ideas no se limita al objeto conceptual en consideración, dado que el objeto también modificará la imagen invocada y la iluminará: no sólo el infierno se acerca más a un lago de hielo, sino que un lago de hielo se acerca más al infierno. Esa *interacción* conceptual como relación básicamente simétrica es lo que constituye el centro de la teoría metafórica de la innovación.

Sin embargo, la interacción conceptual y la simetría de influencia no sólo caracterizan las clasificaciones metafóricas, sino que forman parte del razonamiento analógico, o de las clasificaciones por similitud en

[2] Para un resumen de la teoría metafórica de la innovación, véase Black (1962) y Schon (1963). Para la distinción entre metáfora y analogía, véase Hesse (1970). Véase Harré (1978). Un panorama de las recientes discusiones sobre los aspectos filosóficos, cognitivos y semánticos de la metáfora puede hallarse en "Special Issue on Metaphor", *Critical Inquiry*, 5, (1978). Para una crítica implícita, véase Restivo (1978).

[3] El ejemplo está citado en Hesse (1970, por ejemplo, 167).

general. El razonamiento analógico se basa en una lógica de parecido en la que la noción de similitud es descripta como lógicamente básica, en el sentido de que se la presupone desde los comienzos del aprendizaje de la lengua, y primitiva, en el sentido de que aparentemente no se la puede reducir a criterios analíticos.[4] Por lo que parece, la clasificación metafórica se diferencia más de otros tipos de razonamiento analógico por el grado de *distancia* o de independencia entre los dos sistemas conceptuales que se relacionan por medio de la clasificación por similitud.

En el caso límite del "reconocimiento primario",[5] ya no es posible distinguir entre los dos sistemas conceptuales. El reconocimiento primario se relaciona con ver algo como algo, es decir, con el reconocimiento de segmentos diferenciales de nuestro medio natural y social al identificarlos en nuestro lenguaje natural o en un idiolecto profesional. Un científico que al mirar sus muestras de proteína dijo "la sustancia se volvió blanca" constituye un ejemplo de laboratorio en el que un estímulo dado es identificado como un caso de cierta clase. Cabe señalar que la definición de reconocimiento primario en términos de similitud da crédito a la "carga teórica" de la observación.[6]

[4] A pesar de la insistencia en su definición, el concepto de similitud tiene una notable resistencia a la explicación precisa. Definir el parecido entre dos objetos en términos del número de propiedades que tienen en común conduce a una situación en la que prácticamente dos objetos cualesquiera podrían considerarse miembros comunes de una clase más amplia. Las definiciones de la teoría de los conjuntos que sostienen que todos los miembros de un conjunto son más similares entre sí que a las cosas que están fuera del conjunto caen víctimas del problema de la comunidad imperfecta de Goodman. Por ejemplo, si bien todas las cosas redondas, las cosas rojas de madera y las cosas redondas de madera concordarían con la definición, no querríamos admitir como miembros del mismo conjunto a las mesas redondas y las pelotas de goma redondas. Para un análisis más extenso de este problema, véase Quine (1969, cap. 5) o Goodman (1966: 163 ss.). Según Quine, las clasificaciones de la similitud son saturadoras: los conceptos de inducción, causalidad y disposición a la reacción pueden definirse en términos de clases de similitud. Véase Quine (1969: 125 ss. y 144 ss.).

[5] Cf. Hesse (1974, cap. 1). Hesse aborda la relación entre teoría y observación desde la perspectiva de una lógica del parecido que no exige una definición de cuál es el parecido primitivo entre las propiedades de dos objetos.

[6] Para un resumen de lo que sostiene la psicología cognitiva en relación con la interacción entre teoría y datos en la ciencia, véase de Mey (1980).

Una segunda forma de clasificación de la similitud interviene cuando "interpretamos" una situación o "damos cuenta" de un fenómeno. El científico que advirtió el color blanco de sus muestras extrajo la conclusión de que "la proteína estaba precipitada", y esa interpretación fue la base de los pasos posteriores. En un sentido, cuando decidimos que a una situación dada le corresponde determinada interpretación, extraemos la conclusión de que la situación actual es análoga a aquellas de las que la interpretación originariamente se derivó. En otras palabras, la situación original sirve como una suerte de paradigma con el que se contrasta la nueva situación.

Más importante todavía es el hecho de que podemos hacer inferencias sobre aspectos no observados de la nueva situación a partir del caso paradigmático. Esa inferencia es en principio simétrica, dado que los contextos de asociación que rodean las situaciones interpretadas e interpretantes se influyen entre sí. Eso se puede ver en el laboratorio cuando el resultado de un experimento recalcitrante sugiere una modificación de la interpretación que en un primer momento generó las expectativas que gobernaron el experimento. Lo que resulta importante aquí es que las clasificaciones involucradas se conciben –y se utilizan– de forma *literal*, lo que significa que la situación observada tiende a quedar absorbida en la clase de similitud que se le aplica.

A pesar de esa tendencia a la asimilación, la situación clasificada conserva su independencia mientras sea descriptible de manera independiente, y lo mismo ocurre con la interpretación. Eso se hace evidente cuando se modifica, revisa o extiende una interpretación. En el ejemplo anterior, se descubrió que la proteína no sólo se había precipitado, sino que también había sido afectada por los medios de precipitación. Dada la independencia básica entre una interpretación y la situación que clasifica, también podemos decir que ese tipo de clasificación de similitud involucra una mayor distancia que el reconocimiento primario.

La metáfora puede verse ahora como la forma de clasificación por similitud que supone la mayor distancia entre los objetos conceptuales involucrados, dado que sería absurdo o falso tomar la conjun-

ción propuesta de forma *literal*. El reconocimiento primario reconoce una ocurrencia como algo. Las interpretaciones clasifican una ocurrencia como "en realidad" un caso de alguna otra cosa. Las metáforas clasifican las ocurrencias como similares, pero *no* como realmente lo mismo. Por ejemplo, nunca se consideró que la proteína que se mencionó antes fuera en realidad arena. Adviértase que una metáfora puede convertirse en una interpretación literal con el tiempo o por ciertos motivos específicos.

Según Hesse,[7] ni siquiera los reconocimientos primarios proporcionan "una lista estable e independiente de predicados de observación primitivos". Las clasificaciones metafóricas o interpretativas, por supuesto, tampoco establecen una relación de similitud que no pueda desestablecerse o alterarse con respecto al grado de distancia originariamente implicado. No hace falta decir que buena parte del trabajo del científico se relaciona con demostrar por qué y en qué medida un objeto es o no un caso de determinada clase. Las relaciones de similitud no sólo se perciben; tampoco están ocultas y de pronto se las descubre, como parece sugerir Koestler.[8] Las similitudes que el científico reconoce repentinamente comprenden elementos de decisión y persuasión y, por consiguiente, también de cambio.[9] En ese sentido, las similitudes que subyacen en una metáfora o en una analogía son complejas y no primitivas; frágiles y temporarias, y no básicas y estables.

Debido a su carácter figurado, las metáforas pueden revelar eso con más claridad que las interpretaciones literales. Sin embargo, lo importante de la metáfora, como se destacó en un primer momento,

[7] Para un análisis general de los desplazamientos de significado, y sobre todo de los desplazamientos del grado de "atrincheramiento" de términos usados en el reconocimiento primario de nuestro lenguaje natural, véase Hesse (1974: 14 ss.), quien considera que la similitud es "primitiva pero al mismo tiempo compleja, ya que tiene distintos grados y relaciona pares de objetos con respecto a diferentes dimensiones de propiedades" (p. 67).

[8] Véase Koestler (1969) para una explicación más completa de estas ideas.

[9] Para un análisis de lo que implica ver algo como algo y la necesidad de presuponer una institución del ver, véase Gombrich (1960). En relación con el parecido y la representación pictórica, véase N. Goodman (1968).

no es el carácter figurado de la relación de similitud que se establece entre los objetos en cuestión, sino la interacción conceptual y la subsiguiente extensión del conocimiento a la que dan lugar. La interacción conceptual, sin embargo, no es una exclusividad de la metáfora, sino que parece ser una característica habitual de los "desplazamientos de conceptos" en general.[10]

Los objetos conceptuales son regularmente transferidos a instancias que están más allá de su radio original de aplicación, y desplazados a contextos que difieren de su situación establecida. Más aun, se los extiende a problemas muy diferentes de aquellos para cuya solución se los usó con anterioridad. Es esa diferencia de algún tipo lo que se refleja en las distintas descripciones de los dos objetos que se ponen en relación y que son unidos por medio del razonamiento analógico. La interacción conceptual emerge de los diferentes universos de conocimientos o creencias que se asocian con las distintas descripciones acercadas por medio de una presunta similitud.

Si bien una analogía es una precondición para la interacción conceptual, no hace falta que sea figurativa: cuando dos situaciones o problemas son percibidos como similares, el conocimiento de uno se extenderá al otro, igual que en el caso de la similitud figurativa. La decisión de incorporar una analogía no figurativa es importante no sólo debido a la supremacía del razonamiento analógico en el laboratorio, sino también porque nos permite percibir que el proceso por el cual el conocimiento se extiende de forma analógica es, al mismo tiempo, un proceso por el cual se hacen *circular* las selecciones (o ideas) y se las *transforma* mediante el recurso de la recontextualiza-

[10] Schon introdujo el concepto de "desplazamiento de conceptos" y Mulkay lo usó para referirse a la transferencia de ideas que tiene lugar cuando los científicos alteran su red de investigación. Tanto Schon como Mulkay identifican la noción de desplazamiento de conceptos con una extensión metafórica de ideas, si bien los ejemplos de Mulkay, si los entiendo bien, comprenden similitudes literales y no figuradas. Eso se debe probablemente a la tendencia de Schon a identificar la metáfora con la analogía en general. Véase Schon (1963) y el trabajo de Mulkay sobre "Conceptual Displacement and Migration in Science" (1974). Para un ejemplo diferente de desplazamiento conceptual, véase Krohn (1977).

ción. La percepción de una analogía actúa como vehículo por el cual un objeto científico circula de un contexto anterior (de investigación) a uno nuevo (de investigación). La interacción invocada por la teoría metafórica de la innovación forma parte del proceso de transformación que sigue a la recontextualización del objeto que se hizo circular. Tanto el cambio científico como la solidificación del conocimiento conocida como "formación de consenso" se relacionan con ese proceso de circulación y transformación, y ambos forman parte de lo que se considera el núcleo de la innovación.

2. El relato de la innovación de los científicos

La sección anterior sugiere que la explicación que los cientistas sociales dan de la innovación en términos de metáfora debe extenderse al razonamiento analógico en general, dado que la interacción conceptual (y la extensión del conocimiento que genera) no puede limitarse a las relaciones de similitud figurativas. El argumento en este punto es que la propia explicación de la innovación que dan los científicos exhibe esa perspectiva ampliada, dado que ellos relacionan la innovación con la producción de analogías en un sentido mucho más general que el que postula la teoría metafórica de la innovación. Cuando se les pidió a algunos científicos que explicaran el origen de una idea que consideraban innovadora, por lo general se mostraron como razonadores analógicos que basaban su investigación "innovadora" en la percepción de una similitud entre contextos de problemas que hasta entonces no habían sido relacionados.

Analicemos la historia de Holzman, un bioquímico que me habló de su trabajo sobre el aislamiento de hormonas en moho, una línea de investigación que se originó, según él dijo, en la idea de una colega de que los esteroides podrían desempeñar un papel en los procesos de transformación que experimentaba el moho. Explicó que la colega, una bióloga llamada Becker, parecía sentirse atraída por el problema del moho del légamo:

> No es la única interesada en ese moho. A muchos biólogos les gusta porque es un modelo de diferenciación. Pasa de un animal a una planta como consecuencia de una estimulación hormonal.

Becker sabía que los esteroides desempeñan un papel en la reproducción de muchas formas de vida. Cuando quedó embarazada, se le "ocurrió" que la hormona desconocida que estimulaba la transformación del moho podría ser un esteroide:

> Su descubrimiento original fue que mientras estuviera embarazada, su propia orina (que contiene esteroides) estimularía la conversión del moho. La idea de que los esteroides desempeñan un papel en la reproducción de hasta las formas más rudimentarias de vida no es nueva... si bien la mayor parte de los biólogos aún no la acepta. De todas formas, ella lo intentó, y, eh..., funcionó. Lo que sucede es muy espectacular. Son como amebas que se desplazan por una placa de agar. Una de ellas produce una hormona cuya naturaleza era desconocida en ese momento. Cuando una criatura produce esa hormona, las demás se congregan alrededor de ese individuo. En otras palabras, la sustancia las atrae. Y una vez que todas se reúnen, experimentan esa transformación fenomenal de criaturas ameboides, similares a animales, en moho, ya sabe...

El aislamiento de la hormona en el laboratorio se complicó por el hecho de que los intentos posteriores de estimular el moho con orina de Becker no funcionaron. Según Holzman:

> No era un efecto real. Nadie pudo repetirlo nunca. Ella sospechaba que se relacionaba con los esteroides, pero las observaciones no lo confirmaron.

Holzman recurrió entonces a una forma más directa de tratar de aislar la hormona:

> Ella trajo orina de una mujer embarazada. Yo estaba trabajando, eh... con hormonas esteroides en orina, entre otras cosas, y sabía cómo ais-

larlas. Usé mis métodos, y lo que obtuve con su orina no funcionó en absoluto. En el laboratorio tenía hormonas en forma pura, pero tampoco funcionaron. Luego tuve la idea de ir directamente al moho. Mientras tiene lugar la congregación de individuos debe haber mayor cantidad de esa hormona. Pensé que si íbamos directamente al moho y luego aislábamos la parte que es biológicamente activa, que provoca la atracción, descubriríamos qué era esa hormona. Lo hicimos, utilizando métodos que yo había desarrollado con los años... hay que usar métodos de fraccionamiento. Para decidir qué fracción se conserva y cuál se desecha, hay que tener un método de bioensayo. Después de hacer la separación se toman las fracciones individuales y se las analiza para determinar si provocan unión. Lo hicimos juntos, y he aquí que una de las fracciones tenía la capacidad de provocar unión. Y resultó ser un esteroide. Desde entonces se aislaron otros esteroides en todo tipo de mohos. También tienen actividad hormonal sexual. No se relacionan con la hormona sexual que tienen las mujeres durante el embarazo. Son esteroides, pero están en una clase diferente de esteroides (6-18/5).

La similitud implícita en el intento de Becker de estimular el moho con ayuda de orina de una mujer embarazada es la que hay entre la transformación del moho y la reproducción en otras formas de vida. Como la última a menudo comprende esteroides, Becker "sospechaba" que los esteroides también podían desempeñar un papel en la transformación del moho. En el relato de los científicos, la idea de que las hormonas desconocidas bien podrían ser esteroides se basa en el establecimiento de una similitud entre dos contextos y la transferencia de un solo elemento de un contexto al otro.

La siguiente historia revela un patrón similar. La contó el mismo bioquímico, y se relaciona con el grupo que él supervisaba:

Esto sucedió cuando ya teníamos un grupo pequeño y a mí me interesaba descubrir cómo se sintetizaban los esteroides en las plantas. Éstos son esteroides de plantas, y hay todo tipo de teorías sobre cómo se producen. Pero nadie lo sabía con certeza. Así que estábamos trabajando, y haciendo cosas muy pedestres, cuando uno de mis colegas

descubrió... mucha radioactividad incorporada en una fracción específica que estaba presente en cantidades tan mínimas, que no podíamos identificar el material. Hablando entre nosotros, sin embargo, llegamos a la conclusión de que podría ser colesterol. En el grupo había un hombre que trabajaba sobre problemas que no se relacionaban con el nuestro y había hecho una observación similar... Entonces sumaron fuerzas -también la mía, por supuesto- y juntos llegamos a la conclusión de que, en efecto, era colesterol. Eso llevó a toda una serie de experimentos que culminaron en el hecho de que el colesterol -que hasta entonces había sido considerado un producto animal que ni siquiera estaba presente en las plantas- es en realidad la sustancia de la que se componen todos los esteroides vegetales. Y eso es.. Eh... algo muy significativo: ahora podemos seguir con facilidad las trazas de la biosíntesis de los esteroides vegetales mediante la administración de colesterol radioactivo, con lo cual vemos qué transformaciones experimenta antes de convertirse en uno de los tantos, tantos esteroides presentes en las plantas.

Cuando pregunté cómo había llegado el grupo a su conclusión conjunta, contestó:

Vea, yo había trabajado con personas hasta ese momento. Y, si bien no era muy claro cuando empecé, se hizo cada vez más evidente -a partir de mi trabajo y el de otros- que, tanto en los animales como en las personas, el colesterol es la sustancia clave a partir de la que se producen todos los demás esteroides.

En aquel momento, sin embargo, se creía que "las plantas no contienen colesterol". En primer lugar estuvo el descubrimiento de mis colegas de que la radioactividad se acumulaba en determinada fracción... *La relación* [entre la observación de la radioactividad acumulada y la idea de que la sustancia era colesterol] *fue que eso es lo que se esperaría en el caso de los animales*. Eso es lo que nosotros, y también otras personas, habíamos observado con anterioridad. Pero que lo mismo pudiera pasar en las plantas era algo completamente inesperado, ya que hasta entonces nadie sospechaba siquiera que las plantas tienen colesterol (14-5/2, cursivas mías).

La observación de radioactividad acumulada en determinada fracción de material vegetal (junto con otros aspectos del problema) proporcionó un contexto lo suficientemente cercano al de la formación de colesterol en los animales como para sugerir la "idea" de que también en las plantas se formaba colesterol, a pesar de la opinión contraria dominante. (Quiero destacar que por lo menos parte del atractivo de la idea surgió de su oposición a las creencias establecidas.) Así, nuevamente encontramos que la circulación de un elemento de un contexto a otro que era suficientemente similar al original sugirió y autorizó la transferencia. Estos dos ejemplos también pueden considerarse en términos del resultado de la transferencia: en ambos casos los científicos hallaron una explicación a un fenómeno desconocido mediante el recurso de asimilarlo a uno conocido: a la intervención de esteroides en la reproducción, y al colesterol de los animales. Otros relatos del origen de resultados de investigación calificados de "innovadores" no invocaron el contexto de la explicación, pero implicaron el mismo patrón de circulación por analogía.

En el siguiente relato (un resumen de declaraciones de científicos durante el período de observación), el elemento traspuesto es un método enzimático. Walter, un tecnólogo, advirtió que determinada proteína vegetal contenía una cantidad elevada de solanina tóxica. Durante la última parte de mis observaciones, virtualmente ignoró el problema, dado que no tenía una importancia inmediata en la investigación que se llevaba a cabo ni en ninguna publicación prevista. De todos modos, el tema lo preocupaba, y en ocasiones habló de la necesidad de eliminar o reducir la cantidad de solanina. En un momento se preguntó si la eliminación de solanina no podría derivar en otros experimentos.

Habló de sus planes con Holzman, que había trabajado con solanina durante muchos años. Holzman consideró que el método de Walter no tenía esperanzas de éxito, pero mencionó que su propio laboratorio había conseguido eliminar un compuesto tóxico similar de otra planta utilizando un método enzimático, y que el trabajo aún no se había publicado.

Walter pensó de inmediato en la "idea" de usar el método enzimático de Holzman para eliminar la solanina de sus propias proteínas:

> Creo que tenía la ventaja de ser el único que se había enterado [*de la existencia y el éxito del método enzimático de Holzman*], y el único que comprendía lo que implicaba [*para la eliminación de la solanina*].

Ambos científicos consideraron que era muy probable que un procedimiento enzimático equivalente funcionara en el caso del material vegetal, pero Holzman "no estaba interesado" en dedicarse a la investigación necesaria porque estaba "demasiado concentrado en la cromatografía y en sus propios proyectos". Para Walter, la falta de interés de Holzman fue una excelente oportunidad no sólo "de resolver el problema", sino también de distinguirse mediante el aprovechamiento de una idea que de lo contrario no se utilizaría.

Cabe señalar que cuando Walter oyó hablar por primera vez del método enzimático, de inmediato lo consideró la clave para solucionar el problema de la eliminación de solanina, a pesar del hecho de que el método se había creado para su uso en una planta *diferente* y con un compuesto tóxico *diferente*. Sin embargo, las similitudes contextuales entre el problema de la eliminación de solanina y el problema para el que Holzman había desarrollado el método eran suficientemente atractivas como para sugerir una transferencia de la "idea". Por supuesto, la "transferencia" supuso modificación y adaptación, exigiendo así una verdadera *transformación* del método en cuestión.

Descubrí muchos casos de ese tipo durante el período de observación. Por ejemplo, uno de los científicos que se dedicaba a la generación de proteínas vegetales había recibido un informe del jefe de su grupo posterior a una visita a grupos de investigación de distintos países industriales y no industriales. El informe mencionaba, declaró el científico, que "la gente de NN trataba de enriquecer gaseosas con proteínas y descubrió que el color de la proteína de las muestras se aclaraba cuando se aplicaba ácido cítrico en el proceso". El jefe del grupo les había enviado las muestras para las respectivas pruebas de aditi-

vos de proteínas. Como el científico estaba interesado en la obtención de un polvo proteico lo más liviano posible, la idea de usar ácido cítrico como coagulante no contaminante le pareció lo suficientemente prometedora como para justificar una serie de experimentos (3-15/1). Los ejemplos anteriores ilustran la transferencia de un método o procedimiento de un contexto a otro, pero el siguiente relato (que procede del grupo de ingeniería de alimentos del instituto que observé) involucra la transferencia de un tipo de solución. El director del grupo explicó el origen de sus investigaciones de ese momento sobre el procesamiento del maíz dulce. El problema, tal como lo describió el director de investigación, es que:

> El maíz se corta con un cuchillo, y al hacerlo se genera una gran cantidad de efluente durante la fase de lavado y se pierde todo el sabor del producto... Esto es algo que sabe todo el que haya trabajado en la industria de la alimentación y haya visto plantas de procesamiento de maíz.

Los científicos empezaron a observar ese proceso cuando "un grupo de arriba" sugirió que deberían trabajar en un "gran proyecto". El jefe de proyecto, un ingeniero químico, continuó:

> "De acuerdo –dijimos–, les demostraremos que podemos tener un gran proyecto"... Formamos un grupo y empezamos a buscar formas de cambiar todo el proceso... De manera intuitiva, resulta obvio que hay que mantener intacto el grano de maíz, ya que si se lo rompe todo se separa. Teníamos que encontrar un proceso que sacara el grano de la mazorca sin dañarlo. Recurrimos a la literatura y encontramos las patentes, gran cantidad de ellas. Había quienes habían congelado la mazorca y desprendido los granos, [había] una serie de técnicas de cortado, etc... R. propuso la idea de separar la mazorca en dos y luego quitar los granos por fricción con una correa. Bueno, empezaron con una correa como ésta y probaron distintos tipos de correa hasta que finalmente dieron con una que funcionó. Ya teníamos una tecnología, por lo menos en sus primeras etapas, que podía producir granos separados. Pero después de iniciado el proyecto, luego del primer año, nos dimos cuenta de que la estructura de la propia mazorca de maíz frustraba la remoción de los granos mediante una acción de rodamiento o extracción, como la llamábamos.

El científico estaba familiarizado con una solución que había desempeñado un papel clave en los intentos de resolver problemas mecánicos de la cosecha, y esa familiaridad permitió hacer una transferencia de la solución:

> En la industria del tomate, la cosecha mecánica tuvo éxito sólo porque se logró desarrollar una variedad que *podía* cosecharse de forma mecánica. Y lo que se me ocurrió fue buscar si [había] un maíz que fuera con uniones más sueltas y más adecuado para el tipo de remoción mecánica del que hablábamos. Hice algunos llamados telefónicos a distintos lugares del país, a gente con la que había trabajado antes y que sabía sobre maíz dulce. Luego de dos o tres llamados, me derivaron a uno de los principales productores de maíz del país.
>
> Ese hombre había pasado 25 años produciendo maíz con el objetivo de desarrollar una variedad muy suelta para su consumo en el mercado. Pero se trataba de un maíz dulce que no tenía las pequeñas partes de tejido de la base de los granos que se le meten a uno entre los dientes. Había desarrollado maíz de dos hileras, de cuatro hileras, mazorcas rectangulares. Así que saca [ese maíz] y me [lo] muestra, y es de un tipo en el cual, cuando está maduro para su procesamiento, los granos se desprenden por rodamiento. Acababa de incrementar la cantidad de semilla hasta el punto de que ese invierno podía ir a Florida y sembrar el primer puñado para hacer una prueba comercial. Obtuvimos el primer puñado, y este año tuvimos el primer medio kilo de semilla. Pudimos evaluarla, y es el tipo de materia prima que permitirá [...] el procesamiento (mecánico) (7-30).

No hacen falta más relatos para ilustrar el tipo de razonamiento analógico que se describió al principio. También debería haber quedado en claro que la extensión del conocimiento sobre la base de la inte-

racción de instancias similares es esencialmente un proceso simétrico. Por ejemplo, la actividad conocida de los esteroides en la reproducción de determinadas formas de vida no sólo sugiere un papel similar en la transformación del moho del légamo, sino que el conocimiento de la propia hormona cambió e incorporó una serie de esteroides que luego se aislaron en toda clase de mohos. Cambios similares tuvieron lugar en relación con el colesterol, con el método enzimático propuesto para la eliminación de compuestos tóxicos de ciertas plantas y con el efecto aclarador y precipitador del ácido cítrico. Pero también debería haber quedado claro a partir de esos relatos que las transformaciones no fueron consecuencia de una mera interacción *conceptual*, sino de un proceso de producción y reproducción.

3. Las relaciones analógicas y la lógica oportunista de la investigación

> Por lo general, el comienzo de una investigación es algo que estimula nuestra imaginación: algo que uno no sabe, parece algo especialmente fascinante de descubrir. En parte, la cosa en sí parece importante y fascinante por derecho propio, y en parte uno tiene indicios de que puede descubrirla. Es ahí donde surge la chispa; el indicio de que en verdad uno puede descubrirla es lo que nos produce una emoción irresistible. Hay un destello y, al igual que en el amor, uno sabe que cayó en sus redes (William Cooper, *The Struggles of Albert Woods*).

Analicemos ahora esos relatos científicos de la innovación desde un ángulo diferente, como relatos de acontecimientos del proceso de producción de investigación. ¿Qué significa en ese proceso la ocurrencia de una "idea" basada en la inferencia analógica? Lo primero a destacar es que las "ideas" que indican una transferencia analógica o la ocurrencia de una metáfora adoptan el carácter de *soluciones*. Ya señalamos que la importancia del razonamiento analógico en este contexto reside en el hecho de que pone en relación el conocimiento de

un caso claro, conocido, familiar, con una situación problemática que no es clara y que es menos familiar. Así, la relación analógica moviliza un recurso que crea una oportunidad de éxito: dado que el conocimiento que movilizan la analogía o la metáfora ya funcionó en un contexto similar, parece probable que pueda hacérselo funcionar, con las modificaciones apropiadas, en la nueva situación.

Es precisamente esa *promesa de éxito* a lo que Albert Woods, un químico experimental, hace referencia en el relato de William Cooper citado antes.[11] Es el indicio de que *en verdad* se puede hacer el descubrimiento lo que produce esa emoción irresistible. Y es la promesa de éxito junto con la "capacidad insatisfecha"[12] de las transferencias analógicas de los científicos lo que alienta tras el discurso sobre el "interés" de una idea.

La consecuencia más inmediata de esta línea de razonamiento apunta a una diferencia entre las "ideas" del laboratorio y las "hipótesis" del dialecto metodológico. Si las "ideas" que indican una relación analógica se presentan como soluciones no efectivizadas que auguran el éxito, entonces la investigación relacionada con tales ideas asume una peculiar condición *post hoc*, es decir que la investigación sólo se lleva a cabo *después* de hallada la solución. Considerar que tales ideas son soluciones no efectivizadas supone un marcado contraste con el concepto de que son, hablando en términos lógicos, hipótesis, o conjeturas *ex ante* sobre un fenómeno que se ponen a prueba en el proceso de investigación.

Las hipótesis se ponen a prueba con los datos a los efectos de determinar, en última instancia, si son verdaderas o falsas, o alguno de sus sustitutos más débiles tales como confirmadas/desconfirmadas o sostenibles/no sostenibles. Exigen que los datos producto de la investigación sean árbitros independientes de las proposiciones que contienen. Ideas que son en realidad soluciones no efectivizadas movilizadas por una relación analógica no pueden asumir tal independencia.

[11] Véase Cooper (1966: 229).

[12] En este sentido, la definición clásica de Small de un interés como una "capacidad insatisfecha" parece apropiada (1905: 433).

Las soluciones no efectivizadas no se ponen a prueba con los datos, sino que *las hacen funcionar* los científicos que participan de manera activa en la construcción de los resultados anticipados por la solución. Diferentes científicos pueden hacerlas funcionar de maneras diferentes, según cuales sean las circunstancias prácticas, y se las hace funcionar con diferentes grados de éxito.

Mi intención no es sugerir que darse cuenta de una solución es una empresa simple, uniforme ni breve, sino que hacer funcionar una solución hace surgir preguntas que no son las especificadas por el lenguaje de la prueba de hipótesis. Los patrones con los que se miden las ideas del laboratorio no se remiten al mundo de la interpretación teórica, sino a un mundo de instrumentación, colaboración, publicación e inversión. En resumen, a un proceso de producción cuyos productos se especifican por lo que *puede* hacerse. Las soluciones no efectivizadas no eliminan los problemas, las búsquedas infructuosas ni los fracasos del proceso de investigación. Pero convierten el terreno abierto de la investigación no resuelta en el programa cerrado de una línea de producción. Son las soluciones no efectivizadas –*no* los problemas– las que toman la delantera en este proceso de producción, y el poder relacionado con las capacidades no efectivizadas es lo que impulsa el proceso de investigación. A dónde llegue depende de en qué residan sus mayores capacidades.

Esto significa, por supuesto, que la lógica oportunista de la investigación tiene una dirección, por más que esa dirección pueda ser sólo transitoria y temporaria. La ocurrencia de una solución no efectivizada es importante para los científicos porque éstos la toman como principio organizador para subsecuentes acciones y selecciones. Proporciona un principio para reevaluar prioridades anteriores e introduce nuevas equivalencias. Pone en primer plano algunas decisiones y resta importancia a otras. En un sentido literal, pone orden en el sentido de que aporta los principios de selección de los cuales depende la prosecución de la acción.

Es interesante destacar que, a diferencia de lo que esperamos de la lógica en general, la coherencia no parece ser parte inherente del

orden que crea una lógica oportunista. Las selecciones del proceso de investigación no se validan sobre la base de una audiencia individual imparcial, sino que importan ante todo en relación con las circunstancias prácticas de acción que estructuran y organizan las soluciones no efectivizadas.

Eso explica por qué es posible encontrar investigaciones enteras que se basan en una serie dual de traducciones de decisiones que se oponen entre sí. O por qué factores como el costo o la toxicidad pueden considerarse y no considerarse en el mismo proyecto. Las traducciones de decisiones surgen del marco de referencia que rodea a una solución no efectivizada que ha tomado la delantera en un proceso de investigación. Dadas las potencialidades de las proteínas de una sola célula, el costo de atravesar las membranas celulares por medio de CO_2 líquido no se tuvo en cuenta.

En general, la discrepancia entre la propagación de una particular traducción de decisiones en relación con una solución no efectivizada o con su abandono en el proceso de efectivización no puede ser simplemente explicada mediante el recurso de afirmar que los científicos no tuvieron otra opción. Por ejemplo, en la investigación de proteínas se contó con varios coagulantes alternativos que, de hecho, se exploraron en el proceso, como veremos más adelante.

4. El oportunismo y el conservadurismo del razonamiento analógico

Calificar la lógica de investigación de oportunista no sólo devuelve el tiempo y el espacio a la metodología científica y disuelve la particularidad de una racionalidad "científica" en razonamientos circunstanciales y situados, sino que también caracteriza la organización de selecciones de los científicos en términos de oportunidades percibidas vinculadas con relaciones de similitud. Sin duda esas oportunidades son objeto de una activa búsqueda por parte de los científicos, que no son, según pude ver en el laboratorio, despreocupados *bricoleurs* que

se entretienen en la confección de un objeto artístico. El razonamiento del laboratorio tiene un interés personal, un punto al que volveremos más adelante. La tendencia de los científicos a referirse a las "ideas" como "soluciones" manifiesta ese interés, así como también su preocupación por los riesgos.

Es evidente que el carácter *post hoc* de la investigación puesta en marcha por una solución no descarta la posibilidad del fracaso y el error. Como se sugirió antes,[13] las soluciones como traducciones de problemas son en sí mismas problemáticas, en el sentido de que plantean nuevos problemas a resolver. Concretar la idea de que los esteroides podrían participar en la transformación del moho planteó en primer lugar el problema de aislar los esteroides, y luego el de identificarlos adecuadamente. La intuición de un científico respecto de cómo pueden resolverse tales problemas no siempre es correcta, como vimos en el caso del moho. Por otra parte, puede ser necesario abordar los problemas aun cuando no haya una solución atractiva o razonablemente satisfactoria a la vista. Parafraseando a Albert Woods,[14] los científicos no siempre pueden quedarse a la espera de algo que les produzca una chispa; pueden tener que producir la chispa ellos mismos, y hacerlo en un lapso de tiempo limitado. Eso también implica cierto riesgo de fracaso.

Los científicos del centro que observé eran muy conscientes de esos riesgos. Al discutir nuevas ideas, utilizaban todo un razonamiento circunstancial con el que podían evaluarse esos riesgos. Parte del "interés" de una idea era la posibilidad de convencer al director de investigación de su valor, de conseguir asistentes de laboratorio, de contar con el equipo necesario, de ser los primeros en publicar, de tener

[13] Véase Callon, Courtial y Turner (1979).

[14] Cf. Cooper (1966: 230). Albert Woods se encuentra en la incómoda situación de tener que crear una "innovación" que ya anunció públicamente pero que aún no produjo. En el libro dice: "Albert tenía dos cosas en su contra; la primera, que no podía disponerse a que algo le produjera una chispa; tenía que generar la chispa; la segunda, que su obsesión no podía seguir su curso natural; tenía que lograr la terminación y la perfección en a lo sumo un par de meses".

tiempo de hacer el trabajo, etc. Como me dijo René, un químico, en relación con sus propias ideas innovadoras:

> Uno trata de discriminar. Se puede tener una idea por día, o [...] [cada] dos días, o una por semana, y uno discrimina [según] el tiempo que tenga o la capacidad de utilizarlo. Tenemos archivos de ideas, ya sea en la mente o en papeles, pero no se puede dedicar mucho tiempo a cosas que no se tiene la oportunidad de realizar, o de demostrar, o de verificar. *Es por eso que uno trata de limitar su interés a la idea que sabe que va a ser más productiva lo más rápido posible en el marco de los medios con los que cuenta* (9-27/9, mis cursivas).

La versión al respecto del bioquímico Holzman fue que por lo general él sabía qué debía abandonar y a qué debía dedicarse. Muchos científicos que no tienen éxito, dijo, "no son torpes; lo que pasa es que trabajan en cosas erradas". Consideraba que "si hay una gran competencia, no tiene sentido luchar. A esta altura ya puedo calcular los factores de éxito, y el secreto de mi éxito es que trabajo en cosas que no son imposibles de resolver" (9-29/4). Los científicos a los que escuché no sólo eran conscientes de los riesgos que implicaban sus "ideas" basadas en analogías, sino que también trataban de mantener esos riesgos en un nivel *bajo*.

Cuando los científicos avanzan tras los pasos de una solución no efectivizada, no se embarcan de forma irresponsable en un viaje sin destino conocido ni fecha de llegada, en el que las posibilidades de arribar a algún lugar son escasas. Lo que hacen es elegir un destino conocido al que parece probable que puedan llegar no sólo a tiempo, sino antes que los demás. No parece haber motivos para pensar que los científicos son, por naturaleza o por necesidad, adeptos a correr riesgos. La investigación como empresa de alto riesgo puede reflejar lo que piensan los que la financian con la esperanza de obtener un resultado específico. No refleja el razonamiento de los científicos en el laboratorio.

Los científicos pueden construir su *propio* éxito con casi cualquier "solución", siempre y cuando puedan seguirla y hacerla funcio-

nar. Por consiguiente, buena parte de su argumentación se concentra en asegurar tales oportunidades y en establecer las circunstancias que les permitirán "ser más productivos con la mayor rapidez posible en el marco de los medios de los que se dispone". Las transferencias analógicas brindan un terreno firme para el control de riesgos, dado que movilizan una solución que ya se demostró que funciona, si bien en otro contexto.

Las innovaciones basadas en analogía de los científicos implican una estrategia conservadora en más de un sentido: en primer lugar, porque se parte de una solución no efectivizada en lugar de empezar por un problema abierto; en segundo término, porque se siguen las ideas que tienen mayores probabilidades de éxito, en lugar de exponerse a riesgos y a incertidumbre. En términos generales, el interés de una "idea innovadora" no reside en que es nueva, sino en que es *vieja*, en el sentido de que recurre a un saber existente como fuente de producción de conocimiento. En ese proceso, se hacen circular las selecciones previas a nuevas áreas en lugar de crearlas, reproducirlas y transformarlas. De esa forma, en tanto el "descubrimiento" que se basa en la analogía representa la expansión espacial de selecciones anteriores a nuevos territorios, forma parte de la "formación de consenso" y de la consolidación del conocimiento. Si la respectiva recontextualización lleva a una transformación de los objetos científicos, eso es parte del cambio científico. En ambos casos, los objetos que circularon ingresan en un proceso de conversión en un nuevo contexto de investigación, y generan así nuevos objetos científicos. Para el científico, constituyen un recurso que se movilizó en un proceso de producción.

Si este proceso se caracteriza por la reproducción práctica, el sello de la extensión analógica del conocimiento no es una mera interacción "conceptual", sino la movilización de recursos para hacer que las cosas funcionen en el proceso actual de producción del laboratorio y la transformación de las selecciones que se transfirieron por medio de ese proceso. Los recursos no son sólo las "ideas", sino los instrumentos disponibles, los materiales que aportan colegas, las líneas efectivas de acción en el laboratorio, científicos a quienes puede consultarse, plazos,

cuantificaciones, fórmulas de composición exitosas; en definitiva, todo lo que contribuya a la movilización de medios de producción.

En el caso del moho, la idea de que las hormonas en cuestión podían ser esteroides sugirió una serie de métodos de aislamiento y un laboratorio equipado con los instrumentos necesarios, así como un grupo de científicos "interesados" en el trabajo y un medio en el que publicar los resultados. Dio lugar a la idea de usar hormonas purificadas y llevó, a través del trabajo de laboratorio, al descubrimiento de que los esteroides en cuestión eran diferentes de los hallados en la orina de mujeres embarazadas. La investigación derivó en el descubrimiento de esteroides en todo tipo de mohos y a la identificación y exploración de sus distintas características.

Así como las analogías que son relevantes aquí no son simplemente "ideas", la "interacción conceptual" no es meramente "conceptual". Los nuevos resultados a los que da lugar la creación de una analogía no se limitan a derivar de las asociaciones que genera una similitud llamativa e inesperada (como en el uso literario del razonamiento analógico), sino que forman parte de las transformaciones del conocimiento consecuencia de la reproducción en el laboratorio. El proceso es material, y tiene consecuencias materiales.

5. Etnoteorías de la innovación, o las presunciones en que se basan los relatos de la innovación

> Usted me pregunta cuál es el origen. ¡Me acuerdo del origen de todo porque no es algo que uno encuentre por casualidad! [En investigación] se tiene un concepto que se basa en el trabajo de otra persona. Uno está parado sobre los hombros de otro, une dos partes de otra cosa. Pero cuando una idea llega, llega. ¡No es algo que se desarrolla en una serie de investigaciones de rutina!
>
> Hay tal vez seis procesos en los que estuvimos involucrados, y creo que cada uno tiene su propio origen. *¡El origen de las ideas no sigue un patrón!* (cursivas mías).

Hasta ahora analizamos la teoría metafórica de la innovación según la lógica de la ciencia y descubrimos que necesita extenderse para abarcar una forma más general de razonamiento por analogía. Escuchamos relatos científicos sobre el origen de distintas investigaciones y descubrimos que las "ideas" basadas en analogías cunden en lo que se considera trabajo innovador. Vimos la interpretación del científico social del papel de la transferencia analógica y metafórica en la producción de investigación. Y calificamos ese razonamiento analógico de "conservador", dado que implica una reproducción y la consolidación de selecciones anteriores, y el riesgo controlado de transformaciones relacionadas con la circulación de objetos científicos. Ahora podemos volver a la metáfora y a la analogía como base de una teoría de la innovación. En primer lugar, examinemos algunas etnoteorías de la innovación que sostienen los propios científicos.

La cita que abre esta sección corresponde a un químico, René, que había logrado fama por el desarrollo de un ensayo microbiológico de proteínas mediante el uso del microorganismo *Tetrahymena pyriformis W.* En pocas palabras, la teoría de la innovación presente en su declaración es una versión de la teoría del "rayo" de la creatividad, según la cual las ideas salen de la nada en lugar de ser el resultado (lógico) de investigaciones previas. Sin embargo, antes de que finalizara la conversación, René sugirió otras dos teorías de la innovación. Por ejemplo:

> [...] en lo que respecta a la innovación, creo que significa... percibir cuál es el estado (de cosas) y dar lo que consideramos es el paso lógico siguiente... Tal vez eso sea la creatividad; sumar todo, unir todo y obtener una nueva respuesta... *Es una secuencia lógica de hechos* que puede no [parecerle] tan lógica a otro, y termina siendo "creativa". Pero pienso que la mayor parte consiste en ir recorriendo el camino, explorando y examinando el camino mientras se avanza (cursivas mías).

Más tarde, mientras comentábamos una observación "fortuita" del grupo, durante un experimento sobre un efecto físico de la humedad,

que estaba en su punto máximo donde ellos habían esperado una reducción lineal, René dijo:

> [...] era una anomalía, ¿de acuerdo? *En esto, en lo que podría llamarse innovación, el truco es observar la anomalía,* lo que es diferente en *este* conjunto de características. Y creo que si se quiere caracterizar cualquiera de los logros [de la ciencia] se puede decir: se hizo algo, se descubrió una anomalía y [se investigó] la razón de la anomalía. ¡Investigar la anomalía! (8-5/1, cursivas mías).

Además de la teoría del rayo, encontramos una teoría "lógica" de la innovación en la cual el descubrimiento no es más que un paso de una serie lógica de hechos, y una teoría de la "anomalía" en la que la innovación se produce a partir de relaciones y de hechos inesperados. Estas etnoteorías de la innovación parecen contradecirse, sobre todo porque las expuso un solo científico en relación con un solo contexto. Sin embargo, no hay necesariamente una contradicción. De hecho, las "ideas" pueden desencadenarse a partir de anomalías que exigen explicación. Y si bien la ocurrencia de una "idea innovadora" puede parecer pura casualidad en términos de pronóstico, también puede ser un paso de una secuencia lógica de hechos cuando se reconstruye un problema de investigación después del hecho. Lo que pasó en realidad, entonces, es que el científico analizó un solo proceso desde tres puntos de vista, y sus teorías reflejan diferentes aspectos de ese proceso. También respondió preguntas diferentes en cada una de sus teorías.

Consideremos ahora la teoría de la innovación del cientista social por medio de la metáfora o la analogía. Hace un aporte al panorama que ya presentaron las etnoteorías en el sentido de que nos dice algo sobre *cómo* una "idea" lleva a una extensión creativa del saber mediante la movilización del conocimiento de un contexto diferente. Sin embargo, al igual que las etnoteorías de la innovación, la teoría analógica procede de forma selectiva. Por ejemplo, no aborda el tema de *cuándo* tiende a ocurrir una idea innovadora (como lo hace la teoría de la anomalía). Tampoco considera el tema de *cómo* una idea in-

novadora se relaciona con la investigación *precedente* (como lo hace la teoría lógica).

Lo más importante es que la explicación metafórico/analógica de la innovación se basa en una serie de presunciones que tienden a oscurecer, y no a iluminar, el proceso de investigación práctica. Una teoría de la innovación que se basa en la transferencia analógica y metafórica se formula en términos de un producto final exitoso y claramente identificado de la investigación. Empieza dando por sentada la existencia de una innovación con nombre y autor, localizada en el tiempo por medio de una publicación o de relatos de los participantes. En otras palabras, presupone que el "quién", el "cuándo" y el "qué" de una "innovación" o "descubrimiento" han sido establecidos (o pueden establecerse mediante una mayor indagación), y responde la pregunta del "cómo" haciendo referencia a la interacción conceptual y a la extensión del conocimiento inducida por el establecimiento de una relación de similitud.

Las "innovaciones", sin embargo, se inscriben en un pasado y un futuro de trabajo constructivo (y destructivo). Cuando analizamos ese proceso en detalle, vemos que las cuestiones de fecha y autoría no se establecen por la mera existencia de un fenómeno llamado innovación, ni tampoco parecen establecerse mediante minuciosos estudios empíricos del fenómeno. Las respuestas inequívocas a tales preguntas exigen una toma de decisiones respecto de qué es importante y qué no lo es con miras al producto final de la investigación.

Por ejemplo, no podemos dar por sentado que la persona que invoca una analogía, la que lleva a cabo los experimentos y a la que se le atribuye el mérito del trabajo son una misma persona. La comparación que se citó antes entre proteína y arena fue obra de un científico que no tenía ninguna relación con la investigación en cuestión, y surgió de una simple conversación entre colegas. No hace falta decir que la cuestión de la autoría de una "idea" no es algo que sea resuelto por los propios científicos, y tampoco hace falta para ilustrar este punto citar los conflictos de prioridades en la literatura publicada. En los relatos de "sus propias" innovaciones, los científicos a menudo oscurecieron lo que decían en cuanto a la cuestión del origen. Por ejemplo, el bioquímico que me habló sobre el descubrimiento de colesterol en las plantas empezó diciendo que "[sus colegas] sumaron fuerzas –también la mía, por supuesto– y *juntos* llegamos a la conclusión de que, en efecto, era colesterol" y, unos 15 minutos después, terminó hablando de "*mi* idea de que el colesterol está presente en todas las plantas...".

Las cuestiones de autoría y del momento de la innovación son el campo de batalla de los historiadores de la ciencia, y en ese sentido no interesan al teórico interesado en la lógica de la interacción conceptual. Sin embargo, *sí* incumben en cierta medida al cientista social que observa un proceso de investigación. ¿Se le da crédito al científico que destaca bromeando una similitud o al que relaciona la idea con un procedimiento factible? ¿Al investigador de postdoctorado que llevó a cabo el experimento o a los técnicos y directores de investigación? ¿Y qué se considera como "origen", más allá de la cuestión de quién fue el autor del origen? ¿Por qué no la observación de que la orina de las mujeres embarazadas estimula la transformación del moho, en lugar de la "idea" de que los esteroides pueden desempeñar un papel en esa transformación?

Por supuesto, esas preguntas son de naturaleza analítica más que práctica. En la práctica, las decisiones necesarias se toman habitualmente de una manera *ad hoc* y tienen distintos propósitos y observadores. La teoría metafórica o analógica de la innovación no especifica qué criterio de decisión debe preferirse en tales casos. Y el observador de la investigación de laboratorio aún no puede disponer del principio integrador de una "innovación" identificada y reconocida de la cual puede reconstruirse la historia.

Esto nos lleva a un segundo punto sobre las presunciones implícitas en la teoría analógica o metafórica, y es un punto relevante en tanto esa teoría sostiene ser una teoría de la innovación. Como se indicó antes, esa teoría trata de explicar el origen (conceptual) de la innovación a partir de los productos finales exitosos de la investigación, los que se considera "innovaciones". Una vez que dio por sentado que la innovación es un fenómeno dado, no problemático, la teoría salta

entonces a un "origen" ubicado en la esfera conceptual. También podemos decir que *identifica* la innovación con la ocurrencia conceptual de un analogía o metáfora, dado que virtualmente ignora el proceso de producción de investigación que relaciona esos dos puntos finales.[15]

Las cuestiones de fecha y autoría nos remiten a ese proceso, pero sólo son parte de la pregunta más general de cómo el resultado de una investigación se convierte en una "innovación". Es difícil abordar esa cuestión sin una debida consideración del proceso de producción y reproducción de la investigación, ya que es ahí donde las ideas del laboratorio se convierten en "innovaciones". Como consecuencia, toda teoría de la innovación tendrá que basarse en ese proceso.

6. Una teoría metafórica –o analógica– del fracaso y del error

A los efectos de exponer la tesis, supongamos por un momento que no estamos interesados en una teoría de la innovación científica, sino en una teoría del error y el fracaso científicos. El laboratorio proporciona muchos ejemplos de tales fracasos. De hecho, todo lo que tenemos que hacer es tomar uno de los relatos de "innovación" que ya hemos presentado y ubicarlo en un contexto mayor de investigación. Terminamos con una genealogía de *fracasos* que en algún momento parecieron ser (o fueron) innovaciones exitosas. Por ejemplo, el uso de cloruro férrico para precipitar proteínas (véase Capítulo II) se inscribía en toda una cadena de "ideas" similares, cada una de las cuales comprendía una transferencia analógica, y la mayor parte derivaba en investigaciones específicas.

Para elegir un punto de comienzo arbitrario, la primera de tales transferencias comprendía ácido fosfórico. El método acababa de publicarse y documentarse en un contexto bioquímico. Parecía particularmente atractivo porque el principal autor también trabajaba en el centro de investigación. Tener acceso al autor del método suponía una rápida transferencia de *know-how* y, por consiguiente, significaba un proceso de adaptación más sencillo. También podía comprender colaboración y, por lo tanto, acceso a equipo, material y asistentes de laboratorio entrenados para esa tarea.

Sin embargo, el interés por el método se desvaneció luego de una exploración más minuciosa debido a que el contexto anterior "no encajaba del todo" en la nueva situación. Por ejemplo, los experimentos tenían que llevarse a cabo en nitrógeno, lo cual resultaba difícil en el laboratorio de gran escala que se necesitaba para generar grandes cantidades de proteína. Por otra parte, otro trabajo sugería que el ácido fosfórico podría generar efectos colaterales tóxicos. Por último, el método podía resultar muy caro a gran escala. A pesar de ello, el método se puso en práctica hasta que un científico leyó sobre el cloruro férrico, lo cual de inmediato le pareció una "idea mejor".

El "descubrimiento" del cloruro férrico no sólo selló el destino del ácido fosfórico como no solución, sino que también significó un cambio de centro de la investigación. Como vimos en el Capítulo II, la generación de proteínas a partir de plantas se transformó en un tema de investigación por derecho propio y reemplazó el interés original en la realización de pruebas de bioensayo con ratas (para lo cual se necesitaban grandes cantidades de proteínas). En los experimentos siguientes se trabajó con cloruro férrico, y las proteínas resultantes fueron muy solubles, propiedad que se consideraba sumamente deseable.

El cloruro férrico resultó ser un éxito y siguió siéndolo durante el período de observación, tal como lo indicaba un artículo que se publicó rápidamente y que tenía por objeto la promoción del método. En términos más específicos, fue un éxito desde el punto de vista de la generación de proteína. Sin embargo, ese éxito estaba amenazado mientras la proteína no pudiera purificarse de forma adecuada. El resultado fue que se invirtió mucho esfuerzo en el intento de consolidar el éxito mediante el descubrimiento de un modo de purificación.

Una idea surgió de forma relativamente *ad hoc* cuando, en vís-

[15] Obviar la cuestión de si todo resultado de la investigación científica alguna vez se consideró universalmente una "innovación".

peras de un experimento en gran escala, se descubrió que el laboratorio se había quedado sin el agente absorbente necesario. Como no podía cambiarse la fecha de los experimentos, no había tiempo de solicitar las sustancias químicas. En las nerviosas discusiones que siguieron, un colega sugirió un absorbente que había funcionado en su investigación anterior sobre proteínas. Los demás científicos no parecieron demasiado interesados en la idea, ya que suponían que sería difícil eliminar el absorbente de las proteínas. Sin embargo, una vez que comenzaron, los intentos de purificar la proteína con ese agente absorbente se prolongaron varios meses.

En un momento, los resultados fueron entusiastamente calificados de "lo mejor que se ha conseguido hasta ahora", haciendo implícita referencia a otro grupo del instituto que había fracasado "durante 25 años" en su intento de aislar y purificar una proteína similar. Ese éxito, sin embargo, fue efímero. Al ver los resultados de los análisis de composición química, los científicos lo calificaron de artefacto. Poco después se abandonó el intento de trabajar con ese absorbente.

Mientras todavía se estaba trabajando en el intento de utilizar el absorbente, se tomó de un informe de viaje del director de investigación la "idea" de usar ácido cítrico, como se mencionó antes. El ácido cítrico no sólo podía utilizarse en lugar del absorbente para alterar las propiedades perturbadoras de las proteínas, sino que también podía sustituir al cloruro férrico como método de generación de proteínas. Los experimentos comenzaron en el otoño de 1976, hacia el final de mis observaciones, y constituyen el principio de la desconstrucción del éxito del cloruro férrico. Esa desconstrucción no se completó hasta pasados 18 meses, cuando finalmente se analizaron algunos de los datos sobre el ácido cítrico y se incorporaron a un trabajo que demostraba sus ventajas respecto del cloruro férrico.

Parte de esa demostración se había anticipado cuando los científicos recurrieron al uso de sulfato de aluminio en lugar de cloruro férrico, una "idea" que surgió en una discusión con un visitante de Israel que indicó que se lo había usado en el marco de la investigación ecológica en su país. Dado que las proteínas resultantes tenían menor solubilidad

al nitrógeno y otras propiedades menos deseables que las obtenidas con cloruro férrico, el método fue calificado de fracaso. Sin embargo, eso no impidió que los científicos publicaran los resultados en un trabajo en el que se comparaban varios métodos. En ese momento, el fracaso había fortalecido, y no amenazado, las posibilidades del cloruro férrico.

Mientras tanto, se siguieron otras dos líneas de investigación. Una comprende la modificación química de la molécula de proteína, método que permite la ingeniería de las propiedades de las proteínas. Como consecuencia, pueden deconstruirse todos los anteriores métodos "exitosos", dado que las propiedades de las proteínas ya no son un criterio decisivo para su éxito o su fracaso. Cabe destacar, sin embargo, que esa posible desconstrucción no impidió que los científicos impulsaran el ácido cítrico como coagulante exitoso en un trabajo que se presentó para su publicación. El segundo intento comprende un debilitador enzimático y la consiguiente destrucción mecánica de las membranas celulares de determinados microbios a los efectos de obtener la proteína del fluido celular. Dado que esos microbios existen en cantidades inmensas, este método también es un mal augurio para la utilización de cloruro férrico o de su sustituto actual, el ácido cítrico.

Los dos últimos métodos son demasiado nuevos como para pronosticar su destino final (si bien hay indicios de que la ingeniería química de proteínas se abandonará debido a los riesgos que implica).[16] Sin embargo, los fragmentos del proceso que se presentaron demuestran que no hace falta salir del laboratorio para observar la demolición y el reemplazo de innovaciones que tuvieron éxito con anterioridad: los propios científicos se dedican constantemente a tales desconstrucciones y transformaciones.

Por otra parte, muchas ideas que parecen "innovadoras" y "pro-

[16] Según comunicaciones personales con miembros de un grupo que en la actualidad (1979) trabaja en el área, que tuvieron dudas respecto del uso del compuesto tóxico mencionado en el Capítulo II, en el párrafo sobre la oscilación de los criterios de decisión. Hay que destacar que el método de obtención de fluido celular que se menciona aquí en relación con la generación de proteínas microbianas *no* es el mismo que el que se menciona en el párrafo anterior, sino un nuevo desarrollo de 1978/1979.

metedoras" en el laboratorio no funcionan en circunstancias concretas o se las abandona antes de sometérselas a pruebas experimentales. Nuestra genealogía de métodos usados en la generación de proteína, que comienza con el proyecto de usar ácido fosfórico y continúa con cloruro férrico (y sus ramificaciones), sulfato de aluminio y ácido cítrico, comprende ambos tipos de fracaso. Como lo que marca el origen de cada método es la circulación o un "desplazamiento" de conocimiento de un contexto a otro, ¿por qué no proponer una teoría que remonte el origen del fracaso científico a la ocurrencia del razonamiento analógico?

El punto es simple pero tiene consecuencias importantes: las transferencias analógicas de "ideas", y de metáforas, son características habituales del razonamiento científico y del cotidiano. Se presentan con tanta frecuencia en el caso de los "callejones sin salida", o fracasos en el intento de que algo funcione, como en los éxitos "innovadores". Por lo tanto, una teoría de la innovación que se limite a explicar la cuestión en términos de interacción conceptual inducida por relaciones analógicas debe reconocer que es al mismo tiempo una *teoría del fracaso y el error*. No discrimina entre los diferentes grados de éxito que tienen las "ideas" basadas en analogías en el proceso de investigación. Sin una debida consideración de ese proceso, la suerte de las "ideas" sigue siendo incierta. Señalé que las "ideas" que se basan en la transferencia analógica o metafórica orientan la investigación en términos de los recursos que movilizan y las oportunidades de inversión que abren. El cierre de ese proceso se logra mediante las *construcciones activas* del laboratorio; es decir, por medio de la negociación y la fabricación instrumental. Las innovaciones, entonces, no son el comienzo, sino el *producto final efímero y temporario* de ese proceso.

7. Conclusión

¿Qué conclusiones podemos extraer en relación con la teoría metafórica de la innovación? Escuchamos que invocar una metáfora o una

analogía moviliza un modelo-fuente (Harré) que sirve para iluminar una nueva situación. Ésa es sin duda la razón por la que la antigua retórica, la demagogia y el arte más general de la persuasión hacen un uso tan sistemático de las relaciones analógicas.[17] Pero la invocación de una metáfora o una analogía no es en sí misma una "innovación científica". Los productos de la investigación que se clasifican como innovaciones científicas deben incluir un elemento crucial de construcción y éxito: el éxito en el laboratorio, el éxito en lo relativo a su adopción por parte de otros científicos, el éxito en lo que respecta a convencer a otros de que el producto es en realidad una "innovación".

La teoría metafórica de la innovación no tiene en cuenta la negociación y la fabricación, ni la construcción y la desconstrucción que establecen o demuelen una "innovación científica". Dijimos que la explicación metafórica de la innovación debe extenderse para abarcar la analogía en general, pero también debe *limitarse* en lo relativo a la afirmación de que equivale a la innovación científica. La referencia a la metáfora y a la analogía nos dice algo sobre las fuentes y las consecuencias de los desplazamientos de problemas, y sobre la *circulación* y la *transformación* en el razonamiento práctico científico, así como en el cotidiano. Sugiere cómo los científicos llegan a interesarse en "ideas" basadas en analogías, que se califican de "soluciones", y por qué su investigación se guía por las "oportunidades" que ellas proporcionan.

Sin embargo, la referencia a la metáfora o a la analogía nada nos dice respecto de si los desplazamientos de problemas serán, en términos de Lakatos,[18] progresivos o degenerativos; es decir, si se los considerará fracasos o innovaciones. Los estudios de la metáfora y la analogía en la ciencia sólo se ocupan de aquellos símiles y desplazamientos conceptuales que están presentes en la literatura. Pero el proceso de producción y reproducción de la investigación es mucho más complejo que lo que sugiere la ecuación de metáfora e innovación.

[17] No consideré otros elementos que contribuyen a la popularidad de la analogía y la metáfora en el discurso persuasivo, por ejemplo, el elemento pictórico en la referencia a aquellas cosas de las que se tiene una imagen mental concreta.

[18] Véase I. Lakatos (1970).

Capítulo IV
El científico como razonador socialmente situado. De las comunidades científicas a los campos transcientíficos

Gina: Mira esa estrella chiquitita allá... Esa estrella desapareció hace millones de años y esa luz ha tenido que viajar 186.000 millas por segundo durante millones de años para llegar hasta nosotros.
Kleinman: ¿Estás diciendo que esa estrella puede no estar más ahí?
Gina: Así es.
Kleinman: ¿Aun cuando yo la veo con mis propios ojos?
Gina: Así es.
Kleinman: Me asusta mucho, porque si veo algo ahí con mis propios ojos, me gusta pensar que está.
Gina: Kleinman ¿quién sabe lo que es real?
Kleinman: Lo que es real es lo que uno puede tocar con su mano.
Gina: ¿Oh? (Él la besa. Ella responde:) Eso serán seis dólares, por favor.

WOODY ALLEN, *Death* (a Play)

1. LA COMUNIDAD CIENTÍFICA COMO UNIDAD DE ORGANIZACIÓN CONTEXTUAL

En la Introducción dijimos que las selecciones que marcan la operación constructiva en el laboratorio son contextuales. En el Capítulo II ilustramos esa contextualidad echando una mirada sobre la lógica oportunista de la investigación. Y en el capítulo anterior vimos cómo el oportunismo del laboratorio se vale del razonamiento analógico y cómo orienta el proceso de construcción (junto con la correspondien-

te estructura de interés de parte del científico). La cuestión que ahora nos ocupará es cómo esos intereses se muestran como socialmente organizados; o, hablando de un modo más general, cómo la contingencia contextual de las selecciones de laboratorio se presenta al mismo tiempo como una contingencia social.

Las selecciones de laboratorio, situadas en un espacio localmente circunscripto en el cual puede alcanzarse el cierre, se muestran al mismo tiempo como situadas en un campo de relaciones sociales. La contextualidad observada en el laboratorio es permanentemente atravesada y sostenida por relaciones sociales que trascienden el sitio de la investigación. ¿Qué podemos decir de esas relaciones mientras observamos a los científicos en su trabajo? Indudablemente, la organización contextual de la ciencia ha suscitado mucha atención en la literatura; mientras que el sitio real de la investigación ha sido notoriamente descuidado por las investigaciones empíricas de la ciencia, no puede decirse lo mismo de las estructuras contextuales más globales. Ya hemos comentado la idea de que las organizaciones actúan como una de esas estructuras. Más relevante es aquí una concepción que ha penetrado en prácticamente todos los estudios sociales de la ciencia: la noción de que en la ciencia los grupos de pertenencia profesional (denominados comunidades científicas) son las unidades relevantes de la organización social y cognitiva.

Las perspectivas más recientes sobre la ciencia operan en términos de cierta noción de comunidad científica, aun cuando entran en conflicto con otras orientaciones teóricas y metodológicas y siguen objetivos diferentes. Así, los estudios de la cita y la comunicación (surgidos a raíz de cuestiones planteadas por Kuhn), las investigaciones del "sistema social" de la ciencia y los análisis de la institucionalización social y cognitiva de las disciplinas científicas, todos invocan la noción de una comunidad científica. Una preocupación clave de esos estudios es la identificación de las comunidades científicas y de sus mecanismos de integración.

Los estudios de la cita procuran identificar comunidades científicas mediante los patrones de referencia selectiva encontrados en la

literatura científica. Aun cuando ese supuesto ha sido mirado con escepticismo, las referencias se toman como representación de relaciones de deuda intelectual.[1] Haces de esas relaciones forman las "especialidades" científicas, "los dominios de problemas", las "áreas de investigación" o las "redes de investigación" con las cuales se identifica a las comunidades cognitivas.[2] Una concepción similar de las comunidades científicas se encuentra en Kuhn (1962), quien las define en términos de paradigmas compartidos e identifica los paradigmas con el conocimiento técnico y las tradiciones que una comunidad de científicos tiene en común. Esa circularidad ha reforzado los intentos de identificar las comunidades científicas sin recurrir a la noción de paradigma, por ejemplo mediante patrones de comunicación y debate, o mediante redes de problemas con las cuales se asocian propiedades sociales.[3]

Un enfoque diferente se encuentra en aquellos estudios que están primariamente interesados en los mecanismos sociales que caracterizan a una comunidad especializada. De acuerdo con Hagstrom (1965), por ejemplo, ese mecanismo consiste en el intercambio no contractual de información por recompensas específicas de la comunidad, especialmente reconocimiento. Según Storer (1966), se intercambian productos creativos, también para el reconocimiento. Una tercera línea de investigación toma la noción de comunidad científica para referirse a grupos de científicos dentro de los cuales pueden analizarse patrones de movilidad, carrera y comunicación informal.[4]

[1] Para enunciados representativos de este supuesto véanse De Solla Price (1970) o Cole y Cole (1973). Para un ejemplo muy reciente, véase De Solla Price (1979), que pasa revista al complejo entramado de parámetros bibliométricos. En Chubin y Moitra (1975) y Edge (1976) puede encontrarse una visión escéptica de los estudios de la cita.

[2] Véanse por ejemplo Small y Griffith (1974), Mullins *et al.* (1977) o Sullivan, White y Barboni (1977).

[3] Para la concepción de esas redes, véase Mulkay, Gilbert y Woolgar (1975). Para el estudio de los patrones de argumentación véase Böhme (1975). Y para el intento de identificar las comunidades científicas por medio de patrones de comunicación, véanse los estudios sobre la cita antes mencionados.

[4] Véanse Crane (1972), Gaston (1973, 1978), o Studer y Chubin (1980).

Aparentemente se considera, entonces, en general, que la ciencia se organiza por medio de comunidades científicas, que pueden ser vistas como sistemas sociales con fronteras y mecanismos internos de integración inherentes y que por lo general se circunscriben a un área de especialidad representada en la literatura científica.[5] Por supuesto, el mérito original de la sociología de la ciencia estructural-funcional de Merton fue destacar la organización social de la ciencia, y por lo visto las "comunidades científicas" han sido desde entonces el *locus* de esa organización. Sin duda, se puede aprender mucho investigando los agrupamientos de científicos que, por los medios que sea, son asociados con un área de especialidad, siempre y cuando uno se haga las preguntas adecuadas. ¿Pero esas comunidades son también las unidades dentro de las cuales se organiza contextualmente la acción científica observada en el laboratorio?

A partir de un estudio de patrones de comunicación de varios laboratorios de investigación, Whitley ha sostenido recientemente que las unidades organizacionales relativamente amplias, como las comunidades de especialistas, son en gran medida irrelevantes y a menudo desconocidas para muchos científicos que trabajan en los institutos de investigación.[6] Por cierto, algunos estudios de la ciencia han reemplazado la noción de comunidad científica por otras concepciones menos "cooperativas". La noción sociológica de comunidad connota integración normativa y, en un sentido más amplio, cultural, así como alguna forma de cooperación e interdependencia. La idea del consenso como mecanismo para la toma de decisiones entre los científicos se lleva bien con la imagen de una vida comunitaria. Aun si esa imagen es reemplazada por una concepción más basada en los antagonismos (como la idea del campo de Bourdieu), se mantiene el supuesto de que las respectivas colectividades son agrupamientos de científicos de una o más especialidades, y que existen como unidades relevantes de organización científica contextual.[7] De todos modos, ese supuesto no nace de una incursión en el laboratorio, y puede que haya que reemplazarlo por algún otro concepto.

[5] Los estudios de la cita por lo general parten de la circunscripción de un tema y de la literatura que lo representa, hecha con cierto grado de arbitrariedad por el científico social; esa arbitrariedad ha sido reiteradamente criticada. Por ejemplo, véase Woolgar (1976b). Por otra parte, es difícil imaginarse cómo esa arbitrariedad (que puede ser remediada mediante la hermenéutica iterativa de análisis progresivos) puede ser evitada alguna vez en la metodología sociológica.

[6] Cf. Whitley (1978: 427).

2. Modelos cuasi económicos: de la comunidad donante al capitalismo comunitario

Estrictamente hablando, el problema de la organización contextual de la acción científica se ha planteado en términos de dos preguntas distintas: la primera se refiere a las *unidades* de organización, y generalmente se la ha respondido por medio de la búsqueda de comunidades científicas; la segunda se refiere al *mecanismo* de integración que caracteriza a las respectivas colectividades. Desde las más tempranas concepciones sociológicas de la ciencia, las respuestas a esta segunda pregunta han estado dominadas por analogías económicas. El movimiento de esas analogías es interesante en sí mismo: la postulación de mecanismos económicos relativamente aislados (tales como la competencia) fue reemplazada más tarde por la premisa de una economía precapitalista, la cual fue a su vez reemplazada por versiones estrictamente capitalistas de una economía de la producción científica.

Uno de los primeros en usar la idea de competencia cuasieconómica fue el propio Merton, cuya obra suele ser asociada con los comienzos de la sociología de la ciencia. La idea fue desarrollada en su estudio sobre las luchas por la prioridad de los descubrimientos científicos, y fue refinada más tarde en su trabajo sobre el Efecto Mateo

[7] Bourdieu considera el campo científico como el *locus* de una lucha por el monopolio del crédito científico (1975a). Veremos su concepción en la siguiente sección. Para un modelo no económico en el cual el crédito científico (reputación) actúe como mecanismo piloto, véase Luhmann (1968), también reeditado en Luhmann (1971)

para indicar la competencia imperfecta, esto es, que el reconocimiento se acumula sobre aquellos que ya se han ganado una reputación.[8]

El uso explícito de un modelo económico precapitalista se encuentra en Hagstrom (1965), quien funda el comportamiento funcional normativo de los científicos en un mecanismo por el cual los logros creativos y científicos son intercambiados por diversas recompensas específicas al sistema. Este mecanismo de intercambio se liga con la idea de donación en una comunidad normativamente integrada, más que con la de maximización de ganancias en un mercado antagonista. La existencia de la competencia no interfiere con la noción de una vida comunal de este tipo, puesto que se trata de competencia entre realizadores por la "realización" más valorada. No tiene nada que ver con la apropiación capitalista de la plusvalía o de los recursos escasos. Reiteraciones de las ideas básicas de este modelo se encuentran en diversos autores, en especial Storer (1966), quien convierte a la ciencia en una forma de *l'art pour l'art*. Storer combina una economía arcaica de intercambio con la idea de que la ciencia es una respuesta al deseo de crear, deseo que él sitúa en la naturaleza básica del hombre.

La transición del intercambio premercantil a una economía capitalista de mercado de la ciencia llegó diez años más tarde de la mano de Bourdieu (1975). El campo científico ya no era visto como una comunidad de especialistas que compiten por realizaciones creativas, sino como el *locus* de una lucha competitiva por un monopolio del crédito científico. La concepción de "crédito" no debe ser confundida con el "reconocimiento" introducido en estudios anteriores. El reconocimiento era definido como una forma específica de recompensa, y se lo refería al funcionamiento de un sistema semejante a una situación psicológica de estímulo-respuesta. Las recompensas, como el reconocimiento, operan como mecanismos selectivos para reforzar el tipo de comportamiento por el cual son obtenidas. De esa manera, el reconocimiento reforzaría el comportamiento de búsqueda de la verdad

[8] Véase Merton (1957, 1968). Para un examen más amplio del uso de la idea de la competencia en la sociología de la ciencia reciente véase Callon (1975: 105 ss.).

orientado hacia la realización, considerado tan esencial para el sistema científico.

En contraste, el crédito se define como un capital simbólico adquirido por los agentes científicos a través de la imposición de definiciones técnicas y de representaciones legítimas de los objetos científicos en el campo. Ese capital se compone al mismo tiempo de competencia científica y autoridad social, y, como el capital monetario, puede ser convertido en cualquier tipo de recursos necesarios para la prosecución de la producción científica. Lo más importante es el hecho de que los agentes científicos lo procuran a través de estrategias de dominación y monopolización dirigidas contra otros productores relevantes en los mercados formados por los campos y disciplinas científicos. Mientras que el reconocimiento opera como una criba funcional para seleccionar el comportamiento científico que cumple las normas en un universo esencialmente cooperativo y ayuda de este modo al sistema a mantenerse, el crédito o capital simbólico de Bourdieu gobierna el mercado en un universo esencialmente antagonista. Y, sin embargo, también alienta "el progreso de la razón", al menos en las ciencias naturales. Los productores y los clientes científicos ejercen un "control cruzado" sobre los demás y así promueven la verdad, una propuesta planteada inicialmente por Polanyi y adoptada por Bourdieu.

Latour y Woolgar no adoptan esos supuestos, sino que proponen la noción de *credibilidad*, no la de crédito, para referirse a la reproducción del capital. Los científicos invierten en los campos y en los temas que prometen el mayor retorno. El crédito que ganan por la producción de un excedente de información "nueva" es procurado solamente para su reinversión, lo que significa que los científicos *no* están interesados en la verdad, ni en los temas que los ocupan, ni en el excedente de información *per se*. Tampoco están interesados en el reconocimiento *per se*. Lo que *sí* es de interés para ellos es la aceleración y la expansión del ciclo reproductivo que produce información nueva y creíble; esto es, información respecto de la cual los costos de plantear una objeción sean tan altos como sea posible. La reproducción por la reproducción misma es la marca del capitalismo científico

puro.[9] Hasta ahora se han desarrollado pocas versiones de la economía de mercado científica vinculadas con el modelo propuesto por Bourdieu.[10]

Esos modelos económicos de los agentes científicos no han sido por ahora llevados hasta sus límites. Por ejemplo, todavía no se han incorporado a alguno de los modelos análisis del papel creciente del Estado, de la redistribución parcial del excedente económico, o problemas de la legitimación y la motivación presentes en las teorías del capitalismo tardío. La inflación de la autoridad científica, el movimiento hacia una tecnología "apropiada" nativa (en oposición a la tecnología asociada con la ciencia básica) y la expansión de la política científica, todo sugiere que tales análisis no son en modo alguno irrelevantes para una teoría de la ciencia. Pero el modelo económico plantea cuestiones más generales que las referidas a la complejización y afinación de la analogía.[11]

La primera de esas cuestiones, por cruda que pueda parecer, es qué hacer con la propia analogía. Como sugiere la teoría presentada en el capítulo anterior, la ventaja de una metáfora es que logramos hacer pertinente para un fenómeno poco conocido el conocimiento que proviene de un fenómeno similar pero mejor comprendido. Evidentemente, no hay tal ventaja en reemplazar términos individuales (por ejemplo, llamar al prestigio científico "capital simbólico").

Recientes modelos económicos de la ciencia han avanzado algo al incorporar en su descripción de la ciencia los mecanismos especificados por las interpretaciones capitalistas de las economías industria-

[9] La presentación más coherente y pertinente de este modelo está en un artículo inédito de Latour (1979). Véase también el uso de Williams y Law (1980) del modelo de la credibilidad.

[10] Sólo conozco mi propia adaptación (1977), en la cual intento combinar una interpretación constructivista de la ciencia, la noción de éxito (más que la de verdad) como principio que guía la acción de laboratorio y el concepto de Bourdieu del campo científico como el *locus* de una lucha antagónica, en un primer bosquejo del camino que condujo a la teoría de la práctica científica aquí expuesta.

[11] Una mayor sofisticación se encuentra, por ejemplo, en el intento de Rossi Landi (1975) de aplicar la metáfora capitalista a la producción de discurso.

les. Ya he dicho que la noción de Bourdieu de crédito o capital simbólico no es meramente un sustituto de la noción de reconocimiento encontrada en trabajos anteriores. La idea de una estructura de mercado monopolista que se encuentra en estos modelos difiere sustancialmente de los mecanismos previamente postulados de donación o intercambio. Y las analogías entre la acumulación de información y la acumulación de capital económico en las respectivas economías de mercado no parecen tener mucho en común con las concepciones del progreso científico anteriores.

Sin embargo, hay elementos del capitalismo económico que parecen haber sido desatendidos por los modelos de mercado de la ciencia. La idea más conspicuamente desatendida es, quizás, la de la explotación y apropiación individual de plusvalía, junto con sus correlatos de estructura de clase y alienación. Sin una concepción adecuada de esos fenómenos, el modelo capitalista pierde sus mecanismos más constitutivos, y la analogía con la ciencia es privada de su verosimilitud.

Para desarrollar esta crítica, consideremos las cuestiones de la explotación en ciencia. Podemos definir la explotación en la ciencia como la apropiación de los productos creados por el personal científico a manos de los científicos de cargos superiores, quienes entonces acumulan los beneficios simbólicos de este trabajo. Evidentemente, una interpretación de este tipo nos exigiría introducir distinciones de clase entre los científicos. Más concretamente, tendríamos que distinguir entre científicos capitalistas y científicos trabajadores en términos de la posesión del capital (simbólico) y del control de los medios de producción.

La dificultad obvia que se plantea aquí es que la posesión del capital simbólico (definido operativamente por una cierta noción de crédito o credibilidad a través de publicaciones, citas, antecedentes educativos, afiliaciones institucionales o manejo de relaciones sociales relevantes) es una característica común –aunque graduada– a todos a quienes en general se les aplica el término "científico". Para hacer una distinción de clases, tendríamos que definir un cierto *nivel* de capital simbólico y clasificar a los científicos en términos de si su participación

en el capital simbólico está por encima o por debajo de ese límite. Es fácil ver que una distinción así no podría menos que ser arbitraria.

Una segunda dificultad es que aquellos que serían capitalistas simbólicos según ese criterio arbitrario no necesariamente son los que controlan los medios de producción científica, tales como los laboratorios de investigación. En la mayoría de los casos, los medios de producción no son de propiedad de los científicos, sino de organizaciones sin fines de lucro, fundaciones o asociaciones, lo cual usualmente significa que existe alguna norma de acceso público o generalizado a ellos. Como vimos en el Capítulo II, los científicos tienden a restringir ese acceso, y tratan de apropiarse del control colocándose en posición de decidir cuándo esos mecanismos de producción pueden usarse, y por quién.

Lo que queremos destacar aquí es que ese tipo de control jerárquico sobre los medios de producción científicos no es necesariamente idéntico a la jerarquía de prestigio y reconocimiento ni a ningún otro componente del capital simbólico. Entre los científicos del laboratorio que observé, los intentos excesivos de controlar los medios de producción eran considerados el último recurso de quienes tienen poca autoridad científica. El mismo problema existe con respecto a la noción de apropiación, dado que quienes tienen autoridad científica no necesariamente son los que se apropian de la investigación de otras personas (por ejemplo, adjudicándose la autoría o la coautoría).

Parte de la dificultad surge del hecho de que el "capital simbólico" es un compuesto conceptual y que no tenemos una definición clara de sus componentes ni del procedimiento de agregación que especifica su peso relativo y su sustituibilidad. Pero una dificultad aun mayor se debe a la referencia restringida del modelo capitalista de la ciencia, lo cual suscita un segundo gran punto de crítica: el modelo capitalista sigue promoviendo una visión *internista* de la ciencia, pese a las desmentidas más o menos explícitas que aparecen en los usos más recientes.

Ese internismo ya no obedece a la distinción, alguna vez dominante, entre los elementos sociales de la ciencia y los cognitivos, sino a que se sigue restringiendo la perspectiva a los *científicos* mismos.

Las comunidades científicas son convertidas en mercados en los cuales productores y clientes por igual son colegas en una especialidad o en áreas relacionadas. La integración normativa y funcional es reemplazada por una lucha competitiva en los campos científicos con los cuales estos mercados se identifican. Los científicos pasan a ser capitalistas, pero aún son tratados como si estuvieran aislados en un sistema auto-contenido y cuasi-independiente.

Si no definimos las diferencias de clase que distinguen al capitalista científico del trabajador científico, acabamos con comunidades de pequeños capitalistas que se mantienen explotándose de algún modo –¿o sin explotarse?– entre ellos. En términos de la teoría económica clásica, la existencia de este capitalismo de comunidad ciertamente sería considerada una curiosidad, particularmente dada la ausencia de aquellos que aportan los recursos reales en los cuales el capital simbólico debe ser convertido para poder renovarse. En el modelo capitalista de la ciencia, estas instituciones actúan como una mano invisible, carente de relación con, y sin ningún papel oficial en, los asuntos de la comunidad. Dado que esta mano invisible parece tener una influencia bastante decisiva (no sólo en la distribución de los fondos para investigación, sino también en lo que se investiga), su invisibilidad no deja de sorprender.

Mi último comentario crítico se refiere más específicamente al modelo de hombre implicado en la metáfora económica. En la versión más cruda del concepto económico del hombre, el *homo economicus* es un maximizador consciente de la ganancia. Se supone que o tiene un apetito insaciable de propiedad o que acumula por la acumulación misma. En el primer caso, al parecer nos enfrentamos con una presuposición implícita de que el conflicto, la competencia y la explotación son inseparables de la naturaleza humana. En el segundo, el comportamiento económico individual es una consecuencia de las exigencias del mercado, que, a su vez, son una consecuencia de acontecimientos históricos conocidos.

Versiones más sofisticadas del hombre económico no sólo tienden hacia esa última interpretación, sino que además abandonan el

supuesto de la maximización consciente. Los problemas que rodean la idea de maximización son aun más profundos que los de la información incompleta. La teoría de la decisión demostró hace mucho tiempo que, aun dentro del rango de la información disponible, los actores no parecen maximizar sino "*satisfacer*"; es decir, se conforman con la primera solución satisfactoria con la que se encuentran.[12] El supuesto de un cálculo *consciente* de ganancias también es cuestionable, y ha sido reemplazado por la idea de la selección *habitual* de una estrategia que coincida con los intereses generales de uno. La racionalidad ya no es una cuestión de cálculo intencionado, sino de formación de *habitus* y de socialización.[13]

En los modelos económicos de los estudios sociales de la ciencia tienden a faltar esas correcciones que podrían ayudar a una presentación más verosímil de los agentes de los cuales hablan.[14] Su lado fuerte reside en mostrar la identidad de base entre la ciencia y otras partes de la vida social; entre el dominio científico, que por lo general ha sido eximido de las reglas que rigen para el resto, y el dominio económico, que produce y ejemplifica algunos de los más conspicuos de esos mecanismos. Pero no incrementan la complejidad de esos mecanismos ni la de las respectivas teorías. Como consecuencia, los modelos económicos de los estudios sociales de la ciencia tienden a postular la visión de agentes científicos que retoman al *homo economicus* clásico, con lo cual se genera el mismo tipo de debates que han caracterizado por mucho tiempo a la teoría económica.[15]

[12] Siguiendo el trabajo de Simon (1945), los modelos racionales de toma de decisiones han sido reemplazados cada vez más por modelos alternativos. Véase por ejemplo March y Simon (1958), y, más recientemente, March y Olsen (1976).

[13] El concepto de *habitus* es expuesto en la teoría de la práctica de Bourdieu (1972). Véase particularmente el capítulo 2 de la traducción inglesa (1977), que ha sido revisado en importantes aspectos.

[14] Con excepción de los de Bourdieu, cuyo interés está menos centrado en la ciencia que en la práctica social en general. En consecuencia, él ha prestado una atención mucho mayor a un concepto de agentes sociales. Véase su teoría de la práctica (1972, 1977).

[15] Compárese también la interpretación de Williams y Law de los límites de la ana-

Por cierto, los modelos económicos de la ciencia han definido consistentemente sus objetivos en términos de explicar el sistema (social) de la ciencia más que de dar cuenta del comportamiento de los científicos individualmente. Aun así, describir un sistema en términos de acumulación de capital o de competencia y monopolización requiere que supongamos un comportamiento individual correspondiente, o que especifiquemos algún mecanismo que explique por qué la descripción del sistema no encierra implicaciones similares en relación con las unidades (los científicos) que lo constituyen. A falta de esa especificación, tenemos que suponer que el capitalismo de la comunidad científica se manifiesta a través de la calidad de pequeños empresarios de los científicos individuales; esto es, mediante su interés consciente o habitual en la acumulación de ganancia simbólica, o en la renovación y aceleración del ciclo del capital. Y tendríamos que suponer que las decisiones científicas prácticas reflejan ese interés en el sentido de que las elecciones relevantes se hacen en términos de acumulación y utilización de capital.

3. EL CIENTÍFICO COMO RAZONADOR ECONÓMICO, O ¿QUIÉN ES EL EMPRESARIO?

Cuando miramos el laboratorio, encontramos que por lo menos una parte del razonamiento referido a las decisiones prácticas de los científicos incorpora, en efecto, nociones económicas, y este tipo de discurso científico indudablemente presta verosimilitud al modelo que ve al científico como una variante del hombre económico. Así, cualquier

logía del mercado en la ciencia (1980, particularmente pp. 311 ss.). A falta de una adecuada concepción de los mecanismos cruciales de la economía capitalista, la analogía por cierto se reduce a reemplazar la formulación de que los científicos compiten por el reconocimiento debido a la idea de que maximizan el capital simbólico (el crédito, la credibilidad). La ventaja de sustituir al *homo economicus* clásico por el arcaico hombre donante no es obvia, particularmente dado que la concepción original de Marcel Mauss fue llenada con sutilezas no halladas en la analogía pura y dura con el *homo economicus*.

crítica de un modelo que implica un pequeño capitalismo de comunidad debe decidir qué hacer con el razonamiento económico hallado en el discurso cotidiano de los científicos.

Los científicos hablan de su "inversión" en un área de investigación o en un experimento. Son conscientes de los "riesgos", los "costos" y los "rendimientos" conectados con sus esfuerzos, y hablan de "vender" sus resultados a determinadas revistas y fundaciones. Parecen saber qué productos tienen una alta "demanda", y las áreas en las cuales no hay nada que "ganar". Quieren incluir "productos" recién salidos del horno en el "mercado", tan rápido como sea posible, y "ganar un crédito" por ellos. ¿Refleja este lenguaje una intrusión de los mecanismos económicos –más específicamente capitalistas– en un dominio previamente no-económico? ¿Evolucionaron esos mecanismos desde un intercambio de dones precapitalista a una competencia y monopolización capitalista entre 1965 y 1975, o sea, entre la propuesta de Hagstrom y las de Bourdieu y sus seguidores, diez años después? ¿O nos enfrentamos con un fenómeno para el cual disponemos de interpretaciones alternativas e igualmente verosímiles?

Mi opinión es que hay por lo menos dos formas distintas de razonamiento económico utilizadas en el contexto del trabajo de laboratorio. Los científicos emplean a menudo nociones económicas cuando hablan *acerca de* sus estrategias de investigación, cuando *reflexionan sobre* el modo en que se toman las decisiones de investigación. Considérense los siguientes comentarios de un bioquímico, hechos durante su narración del origen de su descubrimiento de que el colesterol está presente en vegetales tanto como en animales. En el curso de su relato, le pregunté cómo había decidido perseguir esa "idea". Respondió con una serie de reflexiones acerca de cómo los científicos exitosos toman sus decisiones. Repito dos de sus argumentos:

> *Siempre calculamos los riesgos, incluso cuando no sabemos cómo calcularlos.* Es sólo un presentimiento, ¿me entiende? Y yo ahora soy muy bueno. Gracias a muchos años de experiencia, puedo más o menos decir lo que debería abandonar y lo que debería tomar. Creo que esto es un problema para un montón de científicos sin éxito; no son torpes; lo que pasa es que trabajan en cosas erradas [...]
>
> Otra cosa es que si hay una gran competencia, no tiene sentido luchar. *A esta altura ya puedo calcular los factores de éxito, y el secreto de mi éxito es que trabajo en cosas que no son imposibles de resolver* (9-29/4, mis cursivas).

Escuchamos una línea similar de argumentación de un químico que recordaba el desarrollo de la cromatografía en papel como algo "obviamente bueno". Cuando le pregunté qué creía él que era una idea exitosa y cómo la seleccionaba, dijo:

> Uno trata de discriminar. Se puede tener una idea por día, o [...] [cada] dos días, o una por semana, y uno discrimina [según] el tiempo que tenga o la capacidad de utilizarlo. Tenemos archivos de ideas, ya sea en la mente o en papeles, pero no se puede dedicar mucho tiempo a cosas que no se tiene la oportunidad de realizar, o de demostrar, o de verificar. *Es por eso que uno trata de limitar su interés a la idea que sabe que va a ser más productiva lo más rápido posible en el marco de los medios con los que cuenta* (9-27/9, mis cursivas).

Cuando le pregunté a uno de los colegas del científico si él también tenía sus ideas en stock, recibí una respuesta similar:

> Pregunta: ¿Siempre tiene más ideas que las que tiene tiempo para desarrollar?
> Respuesta: Sí, sí; y trato de seleccionar aquellas cosas que sean factibles dadas las circunstancias. En otras palabras, tengo que sopesar cuánto tiempo tengo, qué clase de facilidades hay disponibles, qué está haciendo la competencia. *Todo esto no se hace por cálculo matemático sino sopesando, ¿entiende? las probabilidades de éxito* (8-29/5, cursivas mías).

Lo importante de estas citas no es que los científicos digan que calculan los riesgos y los retornos de su trabajo, o que discriminen entre

ideas de acuerdo con cierto criterio de productividad, sino que describan su forma de tomar las decisiones en esos términos, mostrándose por lo tanto como racionales según los estándares del sentido común. Calcular resultados, sopesar alternativas y hacer selecciones de acuerdo con algún cálculo previo de consecuencias es parte de una opción razonada, la clase de racionalidad que caracteriza la toma de decisiones en general. Dada la mezcla frecuente de discurso racional y económico, cuando se plantean cuestiones de selectividad suelen aparecer nociones comúnmente asociadas con la economía. Nótese que los científicos se refieren a las circunstancias concretas en las cuales esas decisiones se efectúan (de acuerdo con la lógica oportunista de la investigación), y que se refieren a ellas en términos de éxito más que de verdad. Hay, sin embargo, una forma más implícita de razonamiento económico, de la cual se pueden encontrar ejemplos en las siguientes transcripciones. Un científico, después de comentar los experimentos requeridos por el intento de eliminar un compuesto tóxico de las proteínas, resumió la conclusión a la cual él y sus colegas habían llegado:

> Me interesa el problema, pero los experimentos son demasiado simples... Es trabajo para un técnico o un asistente de laboratorio. A mí no me plantea un desafío, y lo mismo a Holzman (3-20/3).

Una segunda conversación se refiere a las estrategias de publicación. Un científico se enzarzó en una discusión con su jefa sobre la elección de una revista demasiado general para publicar un artículo que habían escrito juntos. Defendió su elección diciendo que el artículo en general era demasiado amplio. Cuando le pregunté por qué había adoptado ese enfoque general, en primer lugar me dijo:

> La razón es... si no lo hago ahora y Alix después publica la cosa, después de que yo me haya ido del laboratorio, ella será la autora *senior*, porque su asistente de laboratorio ha hecho parte del trabajo. Si yo selecciono el material sobre esta proteína y publico un artículo sobre sus propiedades funcionales ahora, yo seré [nombrado] primero, porque

> yo personalmente hice la mayoría del trabajo. Así que haré esto y pondré el resto [del material sobre otras proteínas en las cuales la técnica había trabajado] en otro artículo (8-24/4).

Un tercer ejemplo proviene de un comentario de un científico al finalizar una conferencia sobre el uso de un nuevo microscopio electrónico comprado por el instituto. El científico sentía que el nuevo microscopio era "mucho más caro e interesante" que el otro del que su propio grupo disponía; pero dijo que tenía que usar el instrumento menos deseable porque éste también había sido comprado hacía poco, y había que justificar el gasto. Aun así, el nuevo le interesaba "realmente", y siguió explicando el mecanismo láser en el cual se basaba y cómo podía quizás usarlo para examinar la particular estructura de las proteínas que estaba investigando. El microscopio, dijo, era "muy caro e interesante en sus aplicaciones"; tanto que él más tarde intentó programar una tarea en común con el científico que lo tenía a su cargo (2-2/1).

Finalmente, echemos un vistazo a las siguientes entradas de mis notas. Al describir un experimento sobre la estabilidad de determinada propiedad funcional de las proteínas, una de las entradas dice:

> Hay un nuevo aspecto. Koenig ha trabajado mucho en las propiedades funcionales y ésta [*la propiedad sobre la que se estaban haciendo los experimentos*] es una de ellas. R. dice que él siempre quiso profundizar más sobre las propiedades funcionales. Koenig tenía ese puesto que se estaba abriendo en C. para el cual R. se postulaba.

Poco después leemos:

> R. menciona que espera escribir el artículo sobre la propiedad funcional. Quiere empezar la semana que viene. La razón es que se lo podría dar a Koenig cuando lo vea en el congreso de junio (4-18, 28/2).

Un ejemplo final ilustra una cuestión similar. Walter también, que se postulaba para un cargo en el departamento de la universidad, había

sido invitado a dictar una conferencia para el departamento. Dijo que iba a enfatizar su competencia y su "calidad profesional" en dos áreas de interés, y que iba a poner en claro la significación del problema en el cual estaba trabajando. En particular dijo que se centraría

> en mis intereses futuros... Hay un famoso estudio del MIT sobre los recursos y las necesidades de proteínas. Hay dos millones de dólares proyectados hasta 1985... [Yo] quiero mostrar que de las 14 necesidades de la investigación, yo trabajo en cinco, para dejarles en claro que trabajo en las cuestiones candentes, y que no solamente sé algo, sino que podría conseguirles dinero... (7-25/3).

En el sentido más general, la economía implícita en estos razonamientos reside en esa preocupación por el valor. Sea que el tema consista en un experimento demasiado simple como para justificar que un científico se involucre, o en usar un instrumento escaso en lugar de uno más habitual, o en publicar un artículo en una revista famosa en lugar de en una secundaria, la preocupación consiste en mantener, aumentar o exhibir valor. No hace falta decir que podrían citarse en este caso muchos más ejemplos.

Una preocupación por el *nombre* figura de modo destacado a este respecto, y el laboratorio está lleno de debates sobre los mejores nombres con los cuales asociarse. El nombre de un famoso coautor, una revista prestigiosa o una editorial reconocida pesa mucho en los cálculos de valor científicos, así como el nombre de una universidad respetada o de un jefe de departamento. De hecho, la cuestión de quién *es* un científico parece literalmente respondida en un *curriculum vitae:* las universidades a las que se asistió, los títulos que se obtuvieron, las instituciones en las que se ocuparon cargos, la pertenencia a asociaciones, las becas otorgadas, etc. Por supuesto, los nombres están asociados con famas, u orígenes, o prosapias y con el valor que se acumula hereditariamente.

Es importante notar que lo que se juega en esos cálculos científicos no es el valor de algún producto, sino el valor de los científicos mismos. La cadena de instituciones y de cargos que encontramos en el *curriculum vitae* suministra el balance contable actualizado de un científico, no de un producto. La calidad que está en juego al elegir un experimento, un aparato o un tema de conferencia es la calidad de científico. Y el éxito al cual los científicos se refieren más frecuentemente es el propio. Si queremos usar la metáfora económica, podemos decir que la preocupación de los científicos por sus inversiones y sus rendimientos, por los riesgos y la productividad de una línea de investigación, por las oportunidades, o por el interés de los resultados, ciertamente nos remite a un mercado. Pero es un mercado de cargos, donde la mercancía es el científico, y no un mercado de productos de empresarios libres o semi-libres.

Los científicos dicen de sí mismos:[16]

> Me metí en *este asunto* con la idea de refutar las variables ocultas de una vez y para siempre (cursivas mías).

Y luego dan a entender que

> *estaba buscando un puesto posdoctoral, o algún lugar adonde ir* cuando terminara mi tesis [doctoral] en astrofísica, y quería hacer algo en fundamentación de la física cuántica, aunque la verdad es que no tenía nada en mente hasta que leí acerca de... (cursivas mías).

En términos tradicionales, diríamos que el razonamiento económico de los científicos exhibe una preocupación por la *carrera*. Indudablemente, no escasean los comentarios en los que los científicos se refieren en forma directa a esa cuestión:

> Éramos buenos amigos, él es mucho mayor que yo, pero *los dos teníamos más o menos jugadas nuestras carreras a esto.* Yo había aposta-

[16] Esos enunciados han sido tomados de las entrevistas de Harvey con físicos (1980: 145, 147) y de la descripción del físico Bahcall de su colaboración con Davis (Pinch, 1980: 92).

> do mi carrera a mi habilidad de predecir la respuesta del instrumento, que el instrumento funcionaría y sería sensitivo de la manera en que yo lo había dicho, y él había invertido la mayor parte, casi todo su esfuerzo, en construir el equipo (cursivas mías).

Pero el punto aquí no es postular un retorno del concepto de carrera, aun cuando éste pueda dar cuenta de los mismos aspectos del comportamiento científico que la metáfora del capitalismo simbólico. Lo que importa es cambiar la figura del científico *entrepreneur* en una comunidad capitalista de especialistas por una que reconozca las dependencias básicas del trabajo científico, lo cual nos lleva más allá de esas comunidades. Si no tomamos en cuenta esas dependencias, se nos dificultará interpretar fenómenos conocidos como el desempleo estructural de científicos en los Estados Unidos y en otros países, o la creciente sindicalización de los científicos. ¿Quiénes son los empresarios en un sistema en el cual la capacidad de trabajar de un científico, incluida la capacidad de obtener fondos, puede depender de decisiones tomadas en los más altos niveles organizacionales?

Consideremos el ejemplo de un bioquímico (Holzman), quien me contó sobre su cambio de posición al pasarse de una organización a otra:

> En el Instituto Nacional de la Salud, yo estaba a las órdenes de un tipo que tiene el mismo cargo que yo tengo ahora. En otras palabras, yo estaba en el nivel más bajo y él estaba entre los rangos máximos y el mío. Así que me tenía confianza y valoraba mi trabajo y lo alentaba, y eso es lo que importa. Pero la gente que estaba más arriba apenas si sabía lo que yo estaba haciendo. El segundo lugar es CalTech. Ahí, la persona que estaba justo arriba mío, el profesor, me tenía confianza, y un cierto grado de admiración. Me dejó las manos totalmente libres. Cuando llegué aquí, era exactamente lo contrario. Me declararon estúpido. Usted sabe, me miraban con sospecha, y, ay, me cortaron los fondos, mis equipos. *Estaba totalmente solo. Era como estar preso* (9-29/5, cursivas mías).

O consideremos la siguiente descripción de la mudanza de Holzman del California Institute of Technology al instituto de Berkeley en el cual se llevaron a cabo mis observaciones:

> [...] la plata se acabó, y quizás el antecesor [del director] era hostil, o desarrolló una hostilidad, y simplemente dijeron "esto ya fue". Un día vinieron al laboratorio y dijeron: *"¿ya estás listo para empacar, no?* Ven para Berkeley". Yo dije, "¿por qué, qué pasó?", y ellos simplemente decidieron un día que no podían financiar mi permanencia en CalTech. Así que fue una decisión organizacional. Tal vez realmente andaban muy justos de dinero (9-29/6, cursivas mías).

Incidentalmente, un cambio positivo en la vida organizacional de un científico no cambia la dependencia subyacente del trabajo científico. Holzman describió su "súbito reconocimiento" del modo siguiente:

> Ayer tuve una grata sorpresa. Tuve una entrevista con M [el director] y ha cambiado de idea radicalmente. Ayer le dije más o menos lo que le dije apenas empecé aquí, y mientras que en nuestro primer encuentro él fue totalmente despreciativo con todas las cosas que le propuse, ayer estaba dispuesto a escucharme. Me alentó; incluso sugirió que deje de lado algunas cosas que estoy haciendo que son más o menos aplicadas y que, en mi opinión, no vale la pena hacer.

La explicación del cambio que me dio Holzman es la siguiente:

> Bueno, bueno, ha sufrido [el director] un cambio de personalidad (*riéndose*). Tal vez el ARS y el gobierno en general han sufrido un cambio de carácter, el gobierno está conmovido (9-29/6).

Lo que el cambio refleja en realidad es un aumento en el interés por su trabajo de aquellos que lo sostenían y como consecuencia decidían sobre su posibilidad de trabajar.

4. La interpretación laboralista

Una interpretación que parte del supuesto de una dependencia directa del científico respecto de instituciones que no son la ciencia toma como su premisa analítica básica la noción de que el trabajo científico es un trabajo asalariado como cualquier otro. Pese al énfasis en esta equivalencia básica, la problemática especial vinculada con la especificidad del trabajo científico no ha pasado desapercibida dentro de los respectivos abordajes.[17] Esa problemática está ligada con la posición relativamente privilegiada de los científicos comparados con los trabajadores industriales en cuanto al dinero ganado, la autonomía relativa del trabajo o el grado de autoridad social que se les concede. También con el hecho de que los científicos de organizaciones no industriales "poseen" por lo general los productos de su trabajo, en el sentido de que sus nombres son asociados con ellos, y de que pueden cosechar beneficios sustanciales de su autoría. Esos beneficios no sólo son simbólicos sino también financieros, como en el caso de los *royalties* y las patentes, o de los contratos de consultoría externa. Sin duda son esos aspectos del trabajo científico los que prestan alguna verosimilitud al modelo del científico-*entrepreneur*.

En los enfoques que consideran esencial para el análisis el carácter asalariado del trabajo científico, esos aspectos diferenciadores han sido relacionados con la diferencia entre *trabajo manual y trabajo intelectual*[18] y con los análisis generales del papel y la función socioeconómica de los intelectuales en la sociedad industrial.[19] En esos análisis pueden discernirse por lo menos tres posiciones distintas.

[17] Para una exposición detallada de estos problemas sociales, véase Engelhardt y Hoffmann (1974).

[18] La distinción entre trabajo intelectual y trabajo manual es central en la obra de Sohn-Rethel, que fue brevemente introducida en el Capítulo I. Véase Sohn-Rethel (1972; 1973; 1975).

[19] La literatura que trata este tema es vasta y variada, dado que prácticamente todos los análisis de la sociedad industrial aluden al papel de la ciencia y la tecnología. Tratamientos recientes han sido estimulados por el trabajo de la escuela de Francfort (Marcuse, Habermas) y de autores cercanos a Althuser en París. Para el lector angloparlante más interesado en la sociología que en la filosofía, Gouldner (1976) resume algunos aspectos importantes de esta discusión.

Según la primera posición, la función socioeconómica de la investigación es promover los intereses de la utilización del capital mediante el mejoramiento de la eficiencia de los medios de producción organizacionales y técnicos y mediante el desarrollo de productos.[20] Como consecuencia, la afiliación de la ciencia es con los propietarios del capital, y no con los otros miembros de la sociedad. Como resultado de esa afiliación, los científicos gozan de ciertos privilegios, entre ellos el salario alto y el prestigio. Dado que los científicos pueden sacar provecho sólo de la diferencia entre trabajo manual y trabajo intelectual, la disyunción entre los dos se convierte en una cualidad absoluta reflejada en "ideologías" de la ciencia, según las cuales el progreso científico –más que los intereses de la utilización del capital– determina la producción científica. Hay que destacar que esta posición asocia las "ganancias simbólicas" del científico con una específica función de la ciencia en la producción económica, y afilia a los científicos con la industria.

Una segunda posición lleva a una prognosis menos pesimista del carácter "social" de la ciencia, al revertir la previa interpretación dada al carácter asalariado del trabajo científico. La instrumentalización de la ciencia por la industria es tomada como una señal de la influencia *limitada* de todo trabajo asalariado (incluido el de los científicos) sobre lo que se produce y sobre cómo se lo produce. Los productores del trabajo no sólo usan valores para la producción y el consumo, sino también los medios para la reproducción del capital. Los científicos pueden tener condiciones de trabajo privilegiadas, pero comparten las consecuencias indeseables del desarrollo técnico con otros trabajadores, y contribuyen mediante su propio trabajo a la creciente organización social del trabajo científico. La división progresiva del trabajo, la autoría colectiva o institucional y la devaluación del trabajo científico por el aumento del número de graduados universitarios indicarían que la brecha entre las condiciones de trabajo del científico y las

[20] Ésta parece ser la posición de Sohn Rethel (1973). Véase también el resumen que hacen Engelhardt y Hoffmann de las posiciones sobre el tema (1979), en Ullrich (1979). Conozco principalmente las presentaciones alemanas del tema.

del obrero calificado o no calificado se está acortando. Los científicos que están en posiciones privilegiadas podrán no ser conscientes de la identidad básica de todo trabajo asalariado, pero sus actitudes podrían cambiar al cambiar las condiciones. Además, en vista de sus calificaciones especiales, a menudo se espera que los científicos asuman un rol dirigente en la articulación y organización de los intereses de los trabajadores.[21]

Una tercera opinión no vincula a los científicos ni con los trabajadores en general ni con los propietarios del capital, sino con una nueva clase media cuya posición social es tan ambivalente como la de la vieja clase media conformada por los pequeños comerciantes o los tenderos. Nótese que la posición de los científicos no es equiparada con la de los oficios, como en los modelos de intercambio precapitalista propuestos por los estudios sociales de la ciencia. El carácter asalariado del trabajo científico sigue siendo central para la naturaleza de esta nueva clase media, igual que en las dos concepciones anteriores. La literatura sobre el profesional científico en las organizaciones, así como la mayor parte de los trabajos sobre la cuestión del estatus y las funciones del intelectual en relación con el poder y con el Estado moderno entran en esta categoría.[22]

En suma, podríamos decir que las tres concepciones presentadas aquí asocian al científico con la clase trabajadora, con una nueva clase media o con los poseedores del capital, dependiendo de la significación que les atribuyen a los privilegios diversos de los que gozan los científicos, y a su evaluación de las consecuencias de esos privilegios.

[21] Véase la discusión amplia en Lange (1972). Para el lector de habla inglesa, artículos referidos a la posición 1 o 2 pueden encontrarse en prácticamente todos los números de *Radical Science Journal*. Véanse también Young (1977) para un resumen de las preguntas y los problemas relevantes, y particularmente los artículos compilados por Rose y Rose (1976).

[22] Por ejemplo, véase la posición de Gouldner sobre los intelectuales modernos (1979), o una muestra de recientes posiciones francesas sobre el tema en un número especial de *L'Arc* (1978) dedicado a "La crise dans la tete", en particular las colaboraciones de Foucault y Touraine.

Si esos privilegios son vistos como la recompensa de vender el alma al capital, luego los científicos serán asociados con los propietarios de los medios de producción. Si los privilegios son vistos como decrecientes y limitados a una minoría de científicos de la investigación académica, entonces los científicos son clasificados junto con otros trabajadores asalariados. Si se considera que esos privilegios generan una conciencia y un comportamiento de clase específicos, entonces los científicos más probablemente serán asociados con una nueva clase media, o, en términos no marxistas, con "intelectuales" o "profesionales".

Lo que los estudios sociales de la ciencia agregan a ese cuadro es *organizar* esos privilegios en términos del intercambio de productos científicos por reconocimiento, o en términos de mercados de capital simbólico, crédito o credibilidad. Pero lo han hecho a expensas de tener que equiparar a los científicos con *entrepreneurs* capitalistas o precapitalistas operando en comunidades empresariales de pares; esto es, han desatendido las dependencias básicas del trabajo científico. Los mercados capitalistas o precapitalistas para el intercambio de productos científicos constituidos por pares no son independientes de los mercados de trabajo científico o financiamiento de la investigación, como parecen sugerir los respectivos estudios sobre las comunidades de especialidad. Tampoco el mercado del capital simbólico es inequívocamente dependiente, en el sentido de que poder vender los productos de uno exitosamente a los pares de la comunidad es el solo y único criterio para obtener un cargo, avanzar en una carrera o conseguir apoyo financiero.

El supuesto de que una carrera en ciencia se hace acumulando créditos y luego convirtiendo esos créditos en cargos y recursos podría retrotraernos directamente a la famosa teoría de la estratificación social de Kingsley Davis, según la cual aquellos que obtienen logros ganan las mejores posiciones en la sociedad. Los actuales modelos economicistas de la ciencia tienden a ser más sutiles que esas interpretaciones funcionalistas de la estratificación social al señalar los mecanismos de poder y dominación inherentes en las empresas científicas.

Aun así, al limitar su perspectiva a las comunidades científicas, el funcionamiento de esos mecanismos queda aislado de las áreas en las cuales las dependencias del trabajo científico y de sus productos son negociadas y reproducidas, por ejemplo de las áreas que proveen financiamiento para el trabajo y utilizan sus resultados. Por cierto, la interpretación laboralista del trabajo científico ha tomado esa dependencia como un punto de partida de su propio análisis de la ciencia. Pero habida cuenta de su definición restringida de esa dependencia y de su interés predominante en las afiliaciones de clase científicas, la interpretación laboralista agrega poco a un análisis del trabajo científico concreto.

Y, lo que es más importante, al distinguir entre trabajo manual y trabajo intelectual esta interpretación de la ciencia lleva incorporado el mismo tipo de descontextualización encontrada en la visión naturalista de la ciencia. El trabajo intelectual es identificado con el pensamiento abstracto, cuantitativo, cuyo origen histórico reside en lo abstracto del intercambio económico de las mercancías. Para Sohn-Rethel, el intercambio de mercancías es abstracto porque excluye el uso durante el tiempo de la transacción. Ese carácter abstracto se impone sobre el modo de pensamiento de un pueblo cuando las relaciones de intercambio están mediadas por la moneda. Las mercancías intercambiadas "describen un movimiento puramente lineal a través de un espacio y un tiempo abstractos –esto es, vacíos, contiguos y homogéneos– como sustancias abstractas que por lo tanto no sufren cambios materiales y que no son capaces de ninguna diferenciación fuera de la cuantitativa".

La afinidad entre esta descripción y la del concepto galileano de movimiento inercial es tomada como prueba de la tesis de que los conceptos básicos de las ciencias naturales (tales como tiempo, espacio, materia, movimiento y cantidad) derivan de actividades físicas de intercambio que precedieron a la ciencia. La ciencia emerge de esos análisis como social por su origen y ascendencia, y abstracta y teórica por el carácter postulado del trabajo intelectual. El sello distintivo del trabajo intelectual es el pensamiento abstracto y cuantitativo y,

fuera de su origen, se lo exceptúa una vez más de la producción social situada.[23]

5. Campos transcientíficos variables

En contraste con cualquier enfoque que busque la constitución social del trabajo científico en su ascendencia histórica, mi propósito es ubicarla en la producción científica en acción. En contraste con cualquier interpretación que identifique la producción científica con una actividad teórica (abstracta) orientada a describir un mundo, propongo que consideremos los productos científicos primero y principal como el resultado de un proceso de construcción, que en el Capítulo I fue caracterizado como un proceso que involucra una serie de selecciones necesarias, o, dicho en otras palabras, como un proceso marcado por la selectividad que incorpora. Se señaló que el trabajo científico consiste en la permanente tematización de esa selectividad, lo cual quiere decir que las selecciones realizadas en trabajos científicos anteriores se convierten al mismo tiempo en tema y recurso para nuevas investigaciones. También hemos visto que la selección sólo puede ser hecha sobre la base de otras selecciones, esto es, que requiere traducciones a nuevas selecciones.

La pregunta por la contextualidad de la razón científica involucra la manera en la que la selectividad de la construcción científica se organiza contextualmente. Se refiere a dónde debemos ubicar los

[23] Véase Sohn-Rethel (1975), en particular pp. 85 ss. y 93. En la Introducción Editorial a este resumen de la teoría del trabajo intelectual y manual, Sohn-Rethel es criticado por demostrar la congruencia formal entre formaciones de mercancías y concepciones científicas en vez de proveer una explicación causal, genética, del origen de las concepciones científicas. Parte del problema, tal como yo lo veo, es que nociones como ésas encontradas en manuales científicos son una vez más equiparadas con la acción científica, aquí aludida como "trabajo intelectual". Mientras que la noción de tiempo y de movimiento de un físico podría soportar los predicados de "cuantitativa" y "abstracta", el trabajo real en el laboratorio no es menos una forma de producción social situada que otros tipos de trabajos.

constreñimientos en los que se traducen las selecciones de laboratorio, y a cómo debemos especificar las relaciones que alimentan esos constreñimientos. Quiere saber también quiénes desempeñan roles en la acción de la construcción de laboratorio, aun cuando esos roles no se jueguen en el sitio inmediato de la acción científica. En un sentido, quiere determinar el *locus* de la producción científica más allá del sitio concreto de su producción.

Desde el punto de vista del situacionismo radical, la propia cuestión puede parecer absurda. ¿Qué hay para observar, se podría preguntar desde esa postura, más allá de una serie de situaciones concretas interconectadas, vistas como tales por los propios actores involucrados? La respuesta es que, aun cuando no haya nada más para observar, hay algo más para tomar en cuenta. Las selecciones del laboratorio científico constantemente se remiten a una contextualidad que está más allá del lugar inmediato de la acción.

¿Cómo se le manifiesta al observador esta contextualidad de la acción científica? Vemos a un científico rogándole por teléfono al director que ordene la compra inmediata de cierto instrumento. Vemos a un grupo escribiendo un proyecto para pedir un subsidio, y oímos que el jefe de investigación se va a reunir "con la persona relevante en Washington". Escuchamos el informe de esa reunión, y vemos cómo se ha modificado la propuesta. Observamos a algunos científicos enviando muestras a un laboratorio auspiciado por la industria que ha contratado ciertos experimentos, y leemos la correspondencia que se intercambia en el marco de ese contrato. Vemos a un científico escribirle al jefe de un comité de búsqueda en relación con un cargo, y vemos cómo recibe una invitación para exponer su investigación en una conferencia. Sobre todo, oímos a los científicos razonar sobre las cuestiones que están en juego para ellos y sobre la gente que interviene en ese juego, y notamos que eso no sólo nos remite fuera del sitio inmediato de la acción sino aún más allá del área de especialidad y de la comunidad de científicos identificada con ella.

Supongo que se considerará obvio que los razonamientos de laboratorio constantemente nos remiten afuera del sitio de la acción del

laboratorio. Probablemente se admitirá también que ese razonamiento nos lleva más allá de la especialidad en la que un científico –o una investigación– es clasificada. ¿Se supone, entonces, que llegamos a la conclusión de que la organización contextual relevante de la producción de laboratorio no es la comunidad científica sino campos transcientíficos variables que en principio trascienden las redes de especialidad de los estudios sociales de la ciencia? Presumiblemente, ahora hemos traspasado los límites del acuerdo. Pero si no sacamos esa conclusión, tenemos que introducir una partición en los razonamientos de los científicos, englobando en una parte ciertas referencias a los científicos que son colegas de la comunidad, y poniendo todo el resto en la otra. El problema es cómo justificar esa distinción en el laboratorio, dada la mezcla de personas y de argumentos que no entran naturalmente dentro de esas clases.

Cuando el jefe de investigación del grupo regresó desde Washington, los científicos no solamente cambiaron el título del pedido de subsidio que había ocasionado su visita sino que también reescribieron una parte sustancial de su contenido. Cuando un científico presentó una solicitud para un cargo universitario, realineó su investigación (incluido el uso de ciertos métodos), para ajustarse a la orientación del correspondiente jefe de departamento. Cuando un representante de la industria no respondió entusiastamente a los resultados de un científico, él se puso a buscar procedimientos alternativos. En cada uno de esos casos, una conexión externa –una negociación acerca del dinero o una estrategia de carrera– tuvo inmediatas repercusiones técnicas.

Así como no hay ninguna razón para creer que las interacciones entre los miembros de un grupo de especialidad sean puramente "cognitivas", tampoco hay razón para creer que las interacciones entre los miembros de una especialidad y otros científicos (o no-científicos, según su definición institucional) se limiten a transferencias de dinero, negociaciones de crédito y otros intercambios comúnmente denominados "sociales" por los científicos o los sociólogos. Si no podemos suponer que las elecciones "técnicas" del laboratorio están exclusiva-

mente determinadas por el grupo de pertenencia de un científico a una especialidad, no tiene sentido buscar una "comunidad de especialidad" como el contexto relevante para la producción de conocimiento, y no tiene sentido excluir sin más consideraciones a cualquiera que no califique como miembro de la comunidad en cuestión.

Si una partición entre referencias al grupo de especialidad y referencias a otros no puede conciliarse con el razonamiento científico relevante de las decisiones de laboratorio, ¿a qué razonamiento nos estamos refiriendo, entonces? La hipótesis en este punto es que el discurso en el cual las selecciones de laboratorio se insertan señala hacia *campos transcientíficos variables*, esto es, nos remite a redes de relaciones simbólicas que en principio van más allá de los límites de una comunidad científica o campo científico, aun en sus definiciones amplias.[24]

Y el punto central es que un campo transcientífico variable no está determinado primariamente por las características que sus miembros tienen en común, como en el caso de una clase lógica. Además de los científicos que están en el laboratorio puede incluir al rector de la universidad, al personal administrativo del instituto de investigación, a los funcionarios de la National Science Foundation, a funcionarios del gobierno, a miembros o representantes de la industria y al gerente de una editorial.[25] En la mayor parte de los casos incluirá a otros científicos, de áreas diferentes e idénticas a aquella en la cual se desarrolla la producción del laboratorio.

[24] Para un argumento más temprano que señala hacia una distinción de las fronteras institucionales entre burocracia gubernamental, industria privada y ciencia, véase Hirsch (1971), particularmente pp. 247 ss. Para un estudio histórico reciente que hace algo similar pero elige un enfoque de sistemas, véase Hughes (1979). La noción de una "comunidad híbrida" sobre la cual Weingart me ha llamado la atención es por lo general usada más restrictivamente para aludir a la interacción entre científicos y autoridades públicas en sus roles institucionales ejercidos fuera del laboratorio, como cuando se deciden cuestiones de política científica con la ayuda de científicos designados que actúan como consultores del gobierno.

[25] Nótese que no se supone que los campos transcientíficos variables sean relevantes sólo en las "ciencias aplicadas". A los fines de este estudio, no se hace distinción entre investigación básica y aplicada. Para un intento de especificar características particulares de la tecnología y de las ciencias aplicadas, véase la obra de Bunge (por ejemplo, 1967).

No estamos sosteniendo aquí que un campo transcientífico sea no-científico, en el sentido de excluir a los colegas de la misma área de especialidad. Lo que decimos, en cambio, es que si estamos interesados en el razonamiento concreto de los científicos en sus selecciones de laboratorio, no podemos empezar haciendo de las características compartidas de los integrantes el criterio de la organización contextual que admitiremos. Las redes encontradas en el laboratorio eran híbridas en cuanto a características de los miembros. En su mayor parte, parecían no abarcar más que unos pocos agentes con quienes o contra quienes los científicos actúan en el laboratorio.

Pero cuando una cierta expansividad los llevaba a perseguir alguna cuestión más allá de sus límites usuales, los científicos podían tejer una trama más extensa de relaciones, a partir de sus referencias a esos agentes. Reuniendo muchos de esos intercambios, el cientista social puede llegar a una impresión de lo que he llamado campos transcientíficos variables. Esos campos no sólo traspasan las fronteras de un grupo de especialidad, sino que además se expanden y contraen como respuesta a cuestiones en juego.[26] Veamos ahora las relaciones simbólicas que caracterizan esos campos.

6. Relaciones de recursos

¿Cuáles son esas relaciones simbólicas que según hemos dicho caracterizan un campo transcientífico? En el nivel más general, los campos transcientíficos aparecen como el *locus* de lo que se percibe como una lucha por la imposición, la expansión y la monopolización de lo que apropiadamente puede ser designado como *relaciones de recursos*. Se ponen en juego relaciones de recursos, por ejemplo, cuando se va a llenar un cargo científico, cuando hay que distribuir dinero entre los

[26] Para una concepción contrastante, véanse los "marcos sociales del conocimiento" propuestos por Gurvitch (1971), quien distingue entre masas, comunidades y grupos particulares (tales como familias, iglesias o estados), estableciendo correlatos con tipos específicos de conocimiento.

científicos o entre grupos de investigadores, cuando se elige un orador para una conferencia científica o cuando un resultado producido por un científico es incorporado a la investigación de otros. Por lo general, las decisiones respectivas se relacionan con el valor que el recurso prospectivo (ya sea un candidato, o el trabajo de un candidato) tiene en el actual juego de quienes toman las decisiones.

Por ejemplo, cuando se llena un cargo académico, se atiende a la aptitud potencial del candidato para enseñar y conseguir subsidios, a la afiliación con grupos de intereses o institutos relevantes, al interés en las actividades locales (incluidos los deportes y el trabajo comunitario) o, según me han dicho, a la categoría y el cargo del cónyuge del candidato. Como sabemos, los *curricula* resumen el valor del candidato con respecto a algunas de las dimensiones involucradas en estas decisiones. En términos del modelo económico al que me referí antes en este capítulo, es el valor científico de la mercancía el que está en juego en esas decisiones.

Para la institución académica, ese valor puede depender del grado en que un candidato atrae estudiantes –y dinero de investigación– o contribuye a la reputación de un departamento. En los términos elegidos aquí, depende del grado al que un científico promete llegar y resulta ser un *recurso* que puede ser convertido en otros recursos relevantes para la institución. Para la fundación que otorga un subsidio de investigación, este valor-recurso de un científico o grupo de investigación puede depender del grado en el cual cabe esperar que trabaje en investigaciones justificables y públicamente mostrables; esto es, del grado en que pueda esperarse que produzca, dentro de un período de tiempo aceptable, resultados creíbles que puedan ser publicados y publicados como relevantes e importantes.

El punto crucial acerca de las relaciones de recursos es que no presuponen una determinación *a priori* del universo al cual se aplican. Hablar de campos *transcientíficos* constituidos por *relaciones de recursos* es decir que esas relaciones son básicamente las mismas, sea que se establezcan entre científicos del mismo grupo de especialidad o entre científicos y no científicos por su rol o su afiliación institucional.

Según la mayoría de las concepciones, lo que está en juego en un campo de la especialidad es que otros acepten y reconozcan el trabajo de un científico mediante las citas y la subsiguiente incorporación de los resultados propuestos. Ése es el contexto de aceptación al que se alude como formación de consenso y que es descripto diversamente como una forma de evaluación racional o como el proceso, más social, de formación de opinión pública.

Pero lo que está en juego en la presente formulación es la generación y la expansión de las relaciones de recursos tal como ellas se manifiestan, por ejemplo (aunque no exclusivamente) en la imposición del trabajo de uno como recurso para ser usado en el trabajo subsiguiente de los otros. Como consecuencia, el uso subsiguiente de un resultado en la literatura debería depender del grado en el cual es percibido –o ha logrado hacerse percibir– como recurso en la investigación que se está desarrollando en otras ciencias. Lo que tenemos aquí, he argumentado, no es un proceso separado de formación de opinión, sino la percepción y la movilización de recursos involucrada en un proceso de producción y reproducción de la investigación.

Estudios de caso sobre el avance de la reciente aceptación del "modelo del *charm*" en lugar de las explicaciones de "color" en ciertas partículas elementales de la alta física de la energía demuestran que el modelo del *charm* se impuso al mostrar a los respectivos científicos que su uso podría "enriquecer" su enfoque y generar "nuevos enigmas de posible resolución". La explicación rival de los "colores" no ofrecía esa potencialidad.[27] El modelo del *charm* resultó "de interés" para otros científicos porque se percibían sus *capacidades no descubiertas* o porque se insertaba como *un nuevo recurso* en la trama de la producción de investigaciones en ese campo.

[27] Pickering habla de una gran intersección de "intereses cognitivos", una noción desarrollada en analogía con Barnes (1977). Para otros usos de esta concepción véanse Barnes y MacKenzie (1979) y Shapin (1975a, b). Parte del estudio de caso de Pickering es publicado bajo el título "The Role of Interests in High-Energy Physics: the Choice Between Charm and Colour", en Knorr, Krohn y Whitley (1980).

En el capítulo anterior, sostuve que lo que caracterizaba a una "idea" como "interesante" para un científico era su valor como capacidad no efectivizada de solución, o como oportunidad para un éxito. En otras palabras, era a su carácter de recurso a lo que los científicos respondían y lo que los movía a tomar, adoptar y adaptar a su propia investigación los resultados que habían sido propuestos y ejemplificados por otros. En la genealogía de los diversos enfoques para la generación de proteínas antes descripta, cada desarrollo –desde la respuesta al ácido fosfórico hasta la ingeniería con proteínas microbianas en la molécula proteínica– puede ser visto en esa luz.

Colocar el énfasis en las relaciones de recursos no contradice la largamente conocida tesis, que encontramos en los estudios sobre las citas y en otras áreas de la sociología de la ciencia, de que lo que lleva a un científico a usar un resultado en la literatura es su "usabilidad". Pero vincula esa "usabilidad" con el carácter de recurso de un trabajo *para* agentes particulares *en* el proceso de la producción de laboratorio, más que con alguna forma abstracta o independiente de evaluación. El proceso de producción del laboratorio pone de manifiesto que distinciones como las que se hacen entre descubrimiento y validación o justificación no son prácticamente irrelevantes sino analíticamente falsas, como se sugirió más arriba.

Pero veamos ahora otra clase de relación de recursos que vincula a científicos de áreas de especialidad que se superponen. El caso de un investigador posdoctoral de la India sirve de ejemplo. Roy sentía que estaba siendo "usado" por el jefe del laboratorio del cual dependía para la continuación de su visa y de sus contratos. En 1977 y 1978 se le pagaron menos de 10 mil dólares por año, suma con la cual tenía que mantener a su familia. Él hacía en realidad las revisiones de revistas que el jefe del laboratorio firmaba, y decía que sus "ideas" y su información se traducían en investigaciones "innovadoras". No hace falta decir que llevaba adelante toda la investigación de un proyecto y supervisaba a los estudiantes y a los técnicos del laboratorio, informando de tanto en tanto al jefe del laboratorio sobre sus avances. Si bien era coautor de artículos publicados sobre su investigación, las

decisiones sobre qué se publicaba y cuándo y cómo eran tomadas por el jefe del laboratorio. Su nombre no aparecía en las patentes a que daba lugar la investigación, y las presentaciones de su trabajo las hacía el jefe del laboratorio.

Dentro del modelo capitalista de comunidad científica presentado antes, él representaría la clase de científico-obrero explotado por el científico capitalista que controla la empresa investigación de laboratorio; pero si bien ese modelo se adecua perfectamente a la primera parte de la historia, es difícil ver cómo se incorporaría la otra cara de la moneda. Porque Roy dijo que mientras el jefe del laboratorio lo usaba a él, él usaba al jefe del laboratorio. Roy había decidido venir a los Estados Unidos después de terminar su educación universitaria porque eso le permitiría conseguir un puesto bien pago y prestigiado en una universidad o centro de investigación de su país. Había elegido un laboratorio muy respetado porque eso ampliaría sus propias calificaciones, como también lo haría una carta de recomendación de un jefe de laboratorio estimado. Usó al jefe del laboratorio para tener acceso a revistas, fondos para investigación y temas de investigación "candentes" que él sentía que de lo contrario le estarían vedados. Si, por otra parte, decidía quedarse en los Estados Unidos, podía usar todo ese crédito acumulado para establecerse plenamente en las redes que controlaban el área. En suma, sugirió que usaba al jefe del laboratorio (y los recursos que él controlaba) en una estrategia de carrera cuidadosamente orquestada, de la misma manera que el jefe de laboratorio lo usaba a él como recurso para tener investigación innovadora e inteligente.

No podemos desdeñar la interpretación de nuestro *pos-doc* de la situación tomándola como manifestación de la falsa conciencia de los miembros de una clase trabajadora que es explotada sin tener conciencia de eso. A diferencia de los trabajadores de fábricas, los *pos-doc* estadounidenses (y sus equivalentes de otros países) avanzan regularmente a puestos más altos de la jerarquía, aun cuando no ganen el premio Nobel. Roy, por ejemplo, tenía una buena chance de dirigir un instituto científico grande en la India si el juego de poder que estaba jugando prosperaba. Su sentido de la situación difícilmente podría

describirse como descolgado de la realidad, y ciertamente no difería demasiado de lo que él veía como el patrón normal de carrera de colegas mayores.

Roy describía su relación con el jefe de laboratorio como un "contrato" perfectamente simétrico, aunque desbalanceado, por un período de tiempo limitado en el cual lo importante era "lograr un equilibrio" entre los intereses personales de las dos partes. Sabía que necesitaba al jefe de laboratorio y que se lo mantenía "dependiente", pero también sabía que el jefe de laboratorio dependía de su "inteligencia" en el trabajo, de su disposición a traer "ideas" y "soluciones" y de su capacidad de "hacer funcionar" el trabajo de investigación.

En los términos usados para caracterizar casos más generales de científicos que trabajan en las mismas áreas, el *pos-doc* ya había sido *impuesto* como recurso necesario por el jefe de laboratorio. Lo que estaba en juego ahora para el *pos-doc* era *ir controlando* su relación de recurso de modo tal que el saldo fuera favorable, o por lo menos no negativo. Si desatendemos el sentido de simetría de esa relación de recursos, también pasamos por alto la microfísica del poder (Foucault) que se encuentra en la producción del conocimiento, y podríamos quedar desconectados de las realidades de su producción.

7. Relaciones de recursos: ultrafrágiles y basadas en el conflicto

Como sugieren los diversos ejemplos de la sección anterior, las relaciones de recursos pueden estar mediadas por una diversidad de "recursos", de los cuales el control sobre la producción del laboratorio no es más que uno entre otros. Obviamente, en casi todos los casos están involucrados más de un tipo de recursos. Además, está claro que en la práctica esos recursos no son percibidos como entidades independientes, ni se responde a ellos de esa manera.

A diferencia de una relación en la cual se intercambian productos discretos de un valor especificado en un tiempo dado, las relaciones

de recursos están dominadas por lo que podría ocurrir en el futuro y por lo que no ocurrió en el pasado, por recursos que para otros están ocultos o tienen implicaciones, por promesas y expectativas más que por un flujo concreto de mercancías. Más específicamente, el carácter de recurso de las relaciones simbólicas relevantes aquí es *una consumación continua y generalmente recíproca* en por lo menos tres sentidos.

Primero, las respectivas relaciones simbólicas son una consumación continua en el sentido de que lo que está en juego es qué *cuenta* como recurso. Una definición recíproca de algo como un "recurso" no es algo estable, sino una *estabilización*. Puede estabilizarse de modo más permanente mediante procesos de institucionalización y rutinización, pero debe estar sostenido de continuo por prácticas que avalen esa definición. Por ejemplo, la institucionalización de criterios formales (tales como la tasa de citas) para calibrar el valor de un científico como recurso no exime de negociaciones respecto del significado y de la relevancia, cuando está en juego un cargo académico. Los recursos asumen un significado específico sólo en términos del juego personal jugado por los participantes en esas relaciones. Como ocurre con las reglas (véase Capítulo II), lo que cuenta como recurso puede ser reinterpretado, ignorado o transformado, según cuál sea el juego en particular.

La cuestión de la estabilización lleva al segundo sentido de la consumación continua, que es que las relaciones de recursos deben *renovarse* para sobrevivir. En su versión más vulgar, ese fenómeno puede verse en el monto desproporcionado de esfuerzo que algunos grupos de investigación ponen para conseguir la renovación de sus subsidios y de sus proyectos de investigación. O cuando la principal preocupación de los investigadores empleados con contratos anuales es llenar o sobrepasar los requisitos para la renovación de sus contratos. Versiones más sutiles involucran la renovación de la reputación de un científico en términos de en qué medida su trabajo es percibido como un recurso.

Un tercer sentido de ese cumplimiento continuo se refiere a la participación activa de los científicos en la *construcción, solidificación* y *expansión* de las relaciones de recursos. Los científicos del laborato-

rio están interesados en establecer su propio valor de recurso dentro de la red concreta de relaciones en las cuales su recurso está incorporado, pero también están interesados en el trabajo mismo. Ese interés es mostrado cultivando relaciones con personas consideradas importantes, transformando la propia posición en la red o asociándose de diversas maneras con personas que se considera que son "de interés".

Finalmente, permítaseme señalar una vez más que las relaciones de recursos parecen ser *recíprocas*, aun cuando puedan aparecer como desbalanceadas (como cuando una parte se siente fuertemente dependiente de los recursos provistos por otra). Retomemos, por ejemplo, el caso del bioquímico que fue trasladado del California Institute of Technology al centro de investigación, donde se quejaba de que su trabajo había sido "mirado con recelo" durante varios años hasta que finalmente fue reconocido por el director. El instituto había cortado sus fondos, lo había dejado "prácticamente solo" y lo había hecho sentir como si estuviera "en la cárcel". A diferencia del *pos-doc*, el bioquímico no logró establecerse a sí mismo como un recurso. El reconocimiento llegó sólo cuando el director se "interesó" en las potencialidades de su trabajo como consecuencia de cambios más generales en la política de investigación del centro.

Podría ser tentador –aunque incorrecto– ver las relaciones de recursos como caracterizadas por una ausencia de conflicto y por un estado de cooperación. Por cierto, la cooperación interviene, pero no de forma tal que el conflicto quede excluido. Las relaciones de recursos que emergen del razonamiento científico no están referidas a algunos intereses *compartidos* de parte de los agentes, sino que surgen como resultado de una *fusión*[28] negociada de intereses que no excluyen el conflicto. En el caso de la relación entre el *pos-doc* y el jefe de su laboratorio, el conflicto acechaba detrás del frágil equilibrio logrado por la fusión de intereses, y afloraba temporariamente cada vez que ese equilibrio se rompía. Las oscilaciones entre conflicto y cooperación,

[28] Tomo prestadas las nociones de fusión y fisión de Callon, Courtial y Turner (1979).

entre la fisión y la fusión de intereses, son correlatos rutinarios de los pasos que los agentes dan en el proceso oculto[29] de negociación que caracteriza las relaciones de recursos.

Desde luego, no habría necesidad de negociaciones si no fuera por la percepción que tienen los agentes de intereses discrepantes y en conflicto. Por ejemplo, las relaciones de recursos con frecuencia vinculan a competidores en un área, creando así una importante fuente de conflicto latente en cualquier cooperación necesaria. Casos menos complejos de competencia son aquellos en los cuales una relación de recursos está disponible entre agentes con intereses que compiten, como cuando se va a asignar un puesto o un subsidio de investigación. Estrategias conocidas en ese caso son la devaluación o la apropiación de los recursos del competidor y la promoción de los propios.

El ejemplo más llamativo de esto se halla quizás en lo que los científicos llamaron "el arte de escribir un pedido de subsidio", que exige la habilidad de maniobrar entre dos requisitos contradictorios: el de ser tan concreto, sustancial y preciso como sea posible, y el de decir tan poco como sea posible acerca de las investigaciones proyectadas. Según los científicos, la necesidad de lo primero surge del exceso de solicitudes en relación con una oferta decreciente de subsidios, y el segundo de la necesidad de proteger las ideas propias de los pares revisores, que podrían ser los competidores más peligrosos en el área. Retener un pedido de subsidio por varios meses antes de aceptarlo o de rechazarlo le da al competidor una ventaja significativa de tiempo, particularmente si el proyecto suministra indicios importantes acerca de la dirección de la investigación en cuestión. Dado que por lo general sólo hay dos o tres grupos "fuertes" trabajando en un tema dado, esos temores no son de ninguna manera infundados (especialmente si se tiene en cuenta que los competidores son los más probables candidatos a realizar la revisión).

[29] Como ya ha aparecido implícitamente, negociación alude a todos los movimientos que hacen los agentes, y no solamente a las disputas o episodios de regateo abiertos, que no representan más que la punta del iceberg.

Podría señalarse que la legitimación también puede estar asociada con la necesidad de renovar y reforzar las relaciones de recursos. Por ejemplo, las actuales afirmaciones de que hay una crisis en la legitimación de la ciencia[30] sugieren que ya no se la da por sentada como recurso social, y que hasta podría hacérsela responsable de presuntas contribuciones a los problemas del mundo. No hace falta decir que las tematizaciones de la legitimidad y del carácter de recurso de las relaciones de recursos no sólo son un signo de su inestabilidad inherente sino también una fuente de conflicto dentro de y en torno a esas relaciones. Hablar de una correspondencia entre las relaciones de recursos y una temporaria y negociada *fusión* de esfuerzos necesitados de estabilizarse equivale a subrayar el carácter potencialmente "explosivo" de una cooperación que *no* podemos suponer basada en valores, intereses o tematizaciones compartidas. Esto, más que desmentir el conflicto, lo subraya y lo sitúa en el interior y alrededor de las relaciones de las cuales hemos estado hablando.

8. La conexión transcientífica de la investigación

Mi tesis es que los contextos que hemos caracterizado en términos de relaciones de recursos son importantes porque se relacionan con la producción del proceso de investigación. Por lo tanto, debemos preguntarnos *cómo* se relacionan con este proceso de producción, o cómo podemos concebir esa relación en términos un poco más precisos. Nótese que lo que tenemos aquí es una reformulación de la pregunta tradicional sobre las relaciones entre factores "internos" y "externos" en la ciencia, esta vez basada en la observación de que los contextos

[30] Para formulaciones recientes de esta crisis de la legitimación en la ciencia, véase Weingart (1979). Véase también la literatura sobre el rol de los expertos en la política pública (por ejemplo, Nelkin, 1975, 1978; Ravetz 1977), sobre contramovimientos en las ciencias (Nowotny y Rose, 1979), y el ejemplo de la disputa sobre la energía nuclear (por ejemplo Nowotny, 1979). Véanse también el número especial de *Daedalus* sobre "Limits of Scientific Inquiry" (primavera de 1978), y Restivo y Zenzen (1978).

invocados en el razonamiento práctico de laboratorio de los científicos no son en principio ni exclusivamente "científicos" o "cognitivos" ni exclusivamente "externos" o "sociales".

La respuesta más frecuente a la cuestión de cómo el contexto de la ciencia se relaciona con la producción científica se refiere al *input* de problemas. Según este modelo, los problemas externos a la ciencia definidos por la práctica son traducidos a problemas de investigación definidos por científicos que buscan soluciones internas a la ciencia.[31] Como se señaló antes, ese modelo supone que no hay un núcleo interno de toma de decisiones exclusivamente "científicas" exento de influencia externa. Pero sólo basta con que le echemos una mirada a un proyecto para el cual se busca financiamiento externo para que advirtamos que en esos proyectos las negociaciones involucran algo más que el objetivo general de investigación. Los proyectos que observé incluían conjuntos enteros de delimitaciones de problemas cuidadosamente elaboradas, y cadenas de traducciones de problemas cada vez más concretos que encontraban un final natural en los pasos metódicos propuestos para la investigación.

Es precisamente a través de esas *pormenorizaciones* que las agencias de financiamiento y los científicos negocian *qué* problema y *cómo* se lo va a concebir, y lo hacen no solamente en los proyectos de financiamiento sino también en la interacción directa. Aludir a los problemas de investigación como un *input* "externo" pasa por alto el hecho de que los procesos de definición de un problema penetran en el meollo mismo de la producción de investigación mediante la negociación de sus implicaciones y sus operacionalizaciones.

Quizás podemos decir que las definiciones de problemas son anticipaciones explícitas o implícitas (¡presentación de proyectos!) de productos y producciones de investigación negociados en contextos

[31] Una de las versiones más recientes de esta pregunta se encuentra en la tesis de la finalización, que sostiene que, en su etapa post paradigmática más desarrollada, las teorías científicas necesitan –y sacan provecho de– un *input* de problemas "externos" que estimulen su nuevo desarrollo en una situación en la cual todos los grandes enigmas internos a la ciencia han sido resueltos. Cf. Böhme, van den Daele y Weingart (1973).

que generalmente cruzan los límites de diversos idiolectos y grupos científicos y no científicos. Como tales, las definiciones de problemas tienen por lo menos una función de guía y orientación en el proceso de la producción de investigación. Esa función puede aportar una respuesta a la pregunta de cómo los aludidos contextos de los razonamientos prácticos de laboratorio son relevantes para el proceso de investigación. Más específicamente, podemos decir que una determinada definición de un problema activa un conjunto de supuestos que determinan un conjunto de preguntas subsiguientes planteadas en el laboratorio y expuestas, al menos en parte, en las presentaciones de proyectos. En la medida en que los resultados de la investigación son "respuestas" a esas preguntas, llevan la marca de las presuposiciones que condujeron a esas preguntas.[32]

Pero la definición de los problemas de investigación no es la única cuestión que se negocia en los contextos transcientíficos en los que los científicos sitúan su trabajo. Una segunda respuesta a la cuestión de cómo esos contextos pesan sobre la producción de laboratorio se refiere más directamente a la interpretación constructivista de la producción de investigación, a saber: que los campos transcientíficos son relevantes en la medida en que afectan las decisiones características de la producción de un resultado científico. En otras palabras, deben pesar en las *selecciones* incorporadas a las construcciones científicas. Dado que por lo menos algunas de esas selecciones son previstas cuando se negocia la definición de un problema de investigación, nuestra primera respuesta puede ser vista como un caso especial de la que aquí se propone. Por otra parte, sabemos que los problemas tienden a redefinirse en el proceso de investigación y que las selecciones

[32] Para un interesante intento de fundar una descripción formal de los procesos de la investigación científica en un modelo interrogativo en el cual el tipo de preguntas respondidas por una teoría y el tipo de preguntas planteadas a través de la observación científica se integren en una secuencia lógica (científica) de preguntas y respuestas, véase Hintikka (1979). Véase también la monografía de Hintikka sobre "The Semantics of Questions and the Questions of Semantics" (1976).

previas pueden descartarse y reemplazarse.

Está claro que, en gran medida, el trabajo científico consiste en realmente *hacer* (así como pronosticar, planificar, o reconstruir) las respectivas selecciones. De hecho, un aspecto innegable de la competencia y de la autoridad científica es el control de las decisiones que se efectúan en el laboratorio. Pero ¿significa esto que las respectivas decisiones –y, como consecuencia, también las construcciones de laboratorio– son independientes de los contextos transcientíficos de los que hemos estado hablando?

En el Capítulo I vimos que hacer una selección requiere una traducción a nuevas elecciones. Los campos transcientíficos pueden ser asociados con los órdenes de selectividad de esas traducciones, o, dicho de otra manera, con traducciones recurrentes de problemas, los llamados criterios de decisión. Está claro que sólo selecciones tematizadas, de interés tópico, llevan a traducciones en las cuales las elecciones son explícitas. Muchas (quizá la mayoría) de las selecciones de laboratorio se hacen sin que nunca lleguen a convertirse en tema de discusión o reflexión. Los científicos hablan de esas elecciones como lo "normal", "natural" o "lógico" que hay que hacer. Esa selectividad incorporada en el curso "normal" de la acción científica raramente es percibida, a menos que algo interfiera en la secuencia "natural" de los acontecimientos, o que una "anomalía" genere problemas en el procedimiento.

Sólo cuando un científico advirtió que una de dos muestras sometidas a un procedimiento de dilución estandarizado y calibrado se veía demasiado blanda y húmeda mientras que la otra parecía seca, se puso en cuestión el procedimiento estandarizado. En otro caso, el monto de agua añadida a las muestras de proteínas se estandarizó en 500 unidades, medidas por el aparato que determinaba la consistencia de las muestras. Como resultado de una subsiguiente tematización, las unidades de medida variaban para cada muestra, dependiendo de los resultados volumétricos óptimos después de la exposición al calor. Ése pasó a ser el criterio para una nueva estandarización.

En el caso antes mencionado, la selección parece haberse traducido en una pregunta acerca de qué cantidad de agua podría dar los

resultados volumétricos óptimos, un criterio de decisión relacionado con el eventual uso de esas proteínas como aditivo alimentario. Otras traducciones habrían llevado, evidentemente, a diferentes selecciones. Por ejemplo, un interés en la estabilidad en el tiempo o en la textura física más que en el volumen habría requerido grados de dilución diferentes de los tomados en consideración para el volumen.

Lo que intento destacar es que son los científicos quienes hacen las traducciones que vinculan las selecciones de laboratorio y los contextos transcientíficos de la investigación.[33] Es así que los compromisos y los intereses negociados en los campos transcientíficos son invocados y tomados en consideración, y que la coherencia con los requisitos de una red de relaciones de recursos se incorpora al resultado científico. A través de esas traducciones, las conexiones transcientíficas de la investigación penetran en el corazón de la producción de investigación.

9. LA INDETERMINACIÓN Y LA CONEXIÓN TRANSCIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN

Cuando los científicos tradujeron la elección entre distintas unidades de medida a la pregunta sobre cuál produciría los mejores resultados volumétricos, volvieron al criterio de decisión relacionado con el uso práctico de las proteínas como aditivo para alimentos. En otras pala-

[33] Como se menciona en el Capítulo I, la idea de que hacer una selección exige una traducción a nuevas selecciones implica una regresión infinita de traducciones, ya que no está claro por qué uno podría hacer una nueva selección sin una nueva traducción. Así, si una elección entre dos instrumentos es traducida a un problema de costos, la selección del criterio de costos exigirá nuevas traducciones, y así sucesivamente. En la práctica, la regresión termina cuando una selección entre diferentes criterios de decisión ya no es tematizada como selección; inversamente, es llevada un paso más adelante cuando los criterios de decisión se tornan problemáticos o tienen que ser legitimados. Prefiero hablar de traducciones de selecciones, y no de criterios de decisión, para dar crédito al carácter de los criterios de selecciones secundarias que presuponen o implican otras transacciones.

bras, eligieron un criterio que le interesaba a la industria alimentaria porque reflejaba las prácticas vigentes en esa área. Por otra parte, en un punto crucial de la investigación, los mismos científicos habían optado por un criterio que tornaba los resultados irrelevantes para un uso práctico. Su formulación no sólo contradecía las prácticas del momento, sino también lo que era considerado factible, sin ninguna otra ventaja práctica que compensara la pérdida.

Así, vemos en la misma serie experimental una sorprendente inconsistencia en el tipo de traducciones elegidas para adoptar decisiones científicas. Además, debemos darnos cuenta de que los intereses y los compromisos negociados en las relaciones contextuales no determinan inequívocamente traducciones a decisiones de laboratorio. Así como los detalles de los problemas de investigación anticipados en los pedidos de subsidios tendían a ser renegociados en las investigaciones reales del laboratorio, estos criterios de decisión preestablecidos tendían a ser revisados, pasados por alto o abandonados en el proceso de la investigación.[34]

Además, los respectivos intereses y los empeños quedan por lo general implícitos y no explícitos, y a veces se los deja poco claros a propósito. Por ejemplo, un científico que observé estaba preocupado por el tipo de resultados que más podrían interesar a un instituto de investigación cooperativa con el que tenía un contrato para explorar las proteínas vegetales. "Se figuraba", "sentía" y "esperaba" "venderles" ciertos resultados que consideraba "importantes". Pero evidentemente no sabía con exactitud *qué* querían o esperaban de él. Cuando les envió un informe intermedio de algunos resultados que "pensaba" que se transformarían de inmediato en una patente, lo sorprendió un silencio

[34] Toda la cuestión de la toma de decisiones es por cierto bastante complicada. No solamente existe una gran cantidad de no-decisión en el sentido de Bachrach y Baratz (por ejemplo 1963), sino que también está la cuestión de las "decisiones" de las cuales nadie se siente responsable ni quiere ser tomado por tal, y el problema general de un modelo adecuado de toma de decisiones humanas. Para una exposición reciente de las complejidades involucradas, véase por ejemplo March y Olsen (1976). La preferencia aquí es hablar de selectividad –más que de toma de decisiones– en el laboratorio.

de seis semanas. Finalmente, "entendió", a partir de una breve nota en la que acusaban recibo del informe, que sus resultados no habían coincidido con el interés esperado, y por lo tanto reorientó sus conjeturas.

Las frecuentes inconsistencias entre selecciones de laboratorio, el cambio de criterios y las bases frecuentemente no claras o implícitas de las decisiones nos recuerdan la indeterminación de la acción científica de la que hablábamos en el Capítulo I. Postular una conexión entre las relaciones contextuales de los científicos y las selecciones del laboratorio mediadas por criterios de decisión no es sugerir que podamos *leer* esos criterios en determinadas relaciones contextuales. Hablar de la fusión de intereses generada por las relaciones de recursos no es sugerir que esos intereses se correspondan con listas de preferencias y prioridades específicas que podamos identificar de una vez y para siempre como pautas de las decisiones de laboratorio. Si las selecciones del laboratorio pudieran ser predeterminadas por un conjunto de determinados criterios vigentes en determinadas condiciones, la investigación se reduciría a una ejecución preprogramada de las respectivas decisiones, y no se aprendería nada nuevo. Como hemos visto en capítulos anteriores, la cuestión no es lamentar la existencia de la indeterminación sino verla como una parte *constitutiva* del aumento del conocimiento, definido por un aumento contextualmente relevante de la complejidad y la variedad. Así, una cierta indeterminación en las selecciones de laboratorio parece ser un *sine qua non* del surgimiento de información nueva.

Pero hay otro punto relevante, si reconsideramos la noción de relaciones de recursos a la luz de esta indeterminación. Ya hemos dicho que las relaciones de recursos no están constituidas por un particular tipo de intercambio (tal como el intercambio de información científica por reconocimiento, o por particulares flujos de bienes y servicios), sino que están dominadas por lo que podría ocurrir en el futuro y lo que ha ocurrido en el pasado, mediante promesas, expectativas y anticipaciones. En términos informacionales, podría decirse que lo que está en juego en las relaciones de recursos es más el *canal* que el mensaje, un canal descripto por su permeabilidad (a mensajes

o intercambios) y las resistencias incorporadas por las conexiones a otros canales o por el tipo de decodificación aplicable.[35] Más en general, lo que emerge de esas propiedades de las relaciones de recursos es la estructura y los límites del sistema o campo. El grado de indeterminación manifiesto en una relación o canal se corresponde con el grado de independencia de las dos unidades vinculadas. La significación de esa indeterminación depende de las propiedades del campo. En el caso extremo de un campo restringido a una relación, la indeterminación completa o plena independencia es equivalente a una falla. En una red compleja, la indeterminación plena de una relación puede ser ajustada mediante otras relaciones y con el tiempo puede derivar en un aumento de los recursos del conjunto del sistema.

Más concretamente, si los intereses de una parte en un campo transcientífico no determinan de modo rígido las selecciones de laboratorio, los resultados pueden no ser plenamente ventajosos para esa parte, dada la indeterminación que interviene. Pero aun así los resultados pueden sumarse a los recursos de otros en una red compleja, si entendemos por complejidad la variedad de intereses entretejidos en un campo.

Como consecuencia, decir que las construcciones científicas se muestran como situadas en campos transcientíficos no es sostener que los intereses de cada parte involucrada simplemente determinan –vía las relaciones de recursos– las selecciones del laboratorio. Lograr una consistencia de los resultados científicos con el contexto del cual emergen pero del cual son al mismo tiempo parcialmente independientes es un problema para el campo mismo. Luhmann ha sostenido que la reducción de la complejidad es el resultado del esfuerzo constante de los sistemas sociales.[36] En nuestra reinterpretación, eso significa que el grado de la indeterminación –y con él el grado de consistencia

[35] En este sentido, el concepto de campos transcientíficos aquí postulado invoca, literalmente hablando, un modelo de red. Al mismo tiempo, invoca la idea de un campo social en analogía con la teoría del campo de la física. Para una visión general de la teoría del campo y sus aplicaciones en las ciencias sociales, véase Mey (1972).

[36] Véase la colección de artículos de Luhmann (1981).

entre las selecciones de laboratorio y las conexiones transcientíficas de la investigación– es resultado de los esfuerzos activos de quienes intervienen en el tema.

Ese esfuerzo es manifiesto en los intentos de "figurarse" el tipo de resultados que interesarían a una agencia de financiamiento, o en los esfuerzos para trabajar en temas "relevantes" y "oportunos" (esto es, fácilmente publicables). Aflora en el esfuerzo por mantenerse al tanto de los nuevos descubrimientos a fin de dominar los cambios de las condiciones contextuales de la investigación. Se lo puede encontrar en las estrategias de control social y de autoridad (tales como los procedimientos de revisión) usados para garantizar la consistencia. Y aparece, especialmente en los últimos años, en la política científica o en las regulaciones de los gobiernos sobre ciencia y sobre prioridades científicas. Así como el grado de indeterminación en determinadas relaciones aparece como el resultado de la política activa de los agentes, así el grado de adecuación contextual de un resultado científico, su éxito y su supervivencia, aparecen como el producto de un trabajo activo.

Capítulo V
El científico como razonador literario, o la transformación de la razón de laboratorio

1. Los "productos" de la investigación

Hemos ilustrado la contingencia contextual de las selecciones del laboratorio y conectado el oportunismo de la investigación con esas capacidades no realizadas que atraen a los científicos en el laboratorio. Ahora podemos asumir el supuesto de que los científicos conciben esas capacidades en relación con las conexiones transcientíficas de las cuales participan. En el laboratorio, la contextualidad de la ciencia es atravesada y sostenida por relaciones de recursos que constantemente cruzan las fronteras de las áreas de especialidades. En el razonamiento que circunscribe las oportunidades representadas por una "idea", los científicos orquestan la fusión de intereses que caracteriza esas relaciones de recursos. Ese razonamiento se encuentra no sólo dentro y alrededor del proceso de fabricación de la investigación, sino también en el artículo científico.

Principalmente es el artículo científico (o su equivalente) lo que se presenta ante nosotros como el "producto final", extraíble y extraído, de la investigación. El artículo es la declaración del resultado relevante de un proceso, más allá de la cual generalmente no podemos penetrar. En un estudio de la fábrica del conocimiento, la fabricación del artículo científico debe ser de especial interés; en particular tendremos que perseguir la conversión del razonamiento a medida que pasamos del laboratorio al papel. Estará claro que ni la selectividad de las operaciones constructivas ni el razonamiento contextual en el cual esa selectividad se inscribe se detienen en el artículo científico. En este sentido, el artículo es una construcción de laboratorio, perfectamen-

te similar a otras construcciones del laboratorio. Pero al mismo tiempo, los productos escritos de la ciencia contienen una argumentación propia que contrasta con la del laboratorio.

Ese contraste no sólo se verifica entre la fragmentariedad y la inmediatez del discurso del laboratorio y la coherencia editada y pulida del discurso escrito. En el laboratorio, el razonamiento científico exhibe sus preocupaciones con pureza salvaje. Pero en sus artículos, los razonadores salvajes del laboratorio parecen cambiar de fe. El razonamiento del artículo, se puede pensar, es fiel a las *scripturas* (las escrituras de autoridad) de un área, más que a las preocupaciones a partir de las cuales se originó. Pero al mismo tiempo ese razonamiento contiene una conspiración para apropiarse o destituir parte de esas *scripturas*. En su superficie civilizada y mansa, el artículo científico esconde más que lo que dice. Por una razón: se olvida deliberadamente de mucho de lo que ocurrió en el laboratorio, aunque pretende presentar un "informe" de esa investigación. Segundo, los productos escritos de la investigación emplean una buena cantidad de estrategias literarias que en gran medida pasan desapercibidas para los lectores.

¿Qué significa decir que los artículos de investigación despliegan una buena cantidad de competencia literaria en el arte de escribir? ¿Acaso la mayoría de los artículos científicos no son tediosamente técnicos, si no directamente aburridos? Las investigaciones literarias y lingüísticas de las escrituras científicas de la filosofía y las ciencias sociales (existen varias) sugieren que en esas disciplinas el lenguaje no puede ser considerado como un medio neutral a través del cual se informan los resultados técnicos.[1] En la actualidad, no hay muchos análisis de la escritura de las ciencias naturales y tecnológicas. Los que

[1] Como sostiene, por ejemplo, Hofstadter (1955), que exploró y desarrolló distinciones entre los usos científico y artístico del lenguaje. Para algunos análisis recientes de las escrituras de las ciencias sociales y la filosofía, véanse Silverman (1974), Bourdieu (1975b) o Gusfield (1976). Véanse también Stehr y Simmons (1979), quienes tratan las escrituras discursivas de estas áreas en un nivel más general, y Woolgar (1976a) y O'Neill (1981), que examinan algunas propiedades de la escritura histórica. Véase también Lepenies (1978) sobre el científico como escritor y la conservación de tradiciones psicológicas en la literatura pública.

existen demuestran que los artículos de las ciencias naturales y tecnológicas tienden a la estandarización retórica respecto de la organización de los parágrafos, la elección de vocabulario y los medios gramaticales de expresión.[2] Por lo cual las habilidades literarias, en tanto definidas como variación individual o excelencia estilística, están poco desarrolladas, en contraste con gran parte de la escritura filosófica y con parte de la escritura de las ciencias sociales.

Por otro lado, si definimos las habilidades literarias en términos de un repertorio de técnicas para la persuasión, no hay escasez de esos mecanismos en la escritura de las ciencias naturales y tecnológicas; los resultados se ven en acción en cada texto científico. Hoy es casi un lugar común decir que los científicos escriben en un lenguaje que es ostentosamente neutral. Los estudios de los textos científicos ponen de manifiesto estrategias comunes, como el uso de un lenguaje simple, la separación de la "información" respecto de la interpretación, el uso de la voz pasiva y del "nosotros" regio, la reduplicación (en el sentido de ofrecer las dos campanas de un argumento) y la evitación de enunciados de valor explícitos.[3]

Los manuales destinados a enseñar a los científicos cómo escribir un artículo científico invariablemente censuran los resultados lamentables de algunos de esos hábitos, como la pasividad, mientras que refuerzan otros, como la brevedad y el carácter "directo".[4] Esos y otros dispositivos más sutiles de la escritura científica son estrategias retó-

[2] Para algunos poco usuales análisis de los artículos en ciencias naturales, véase Latour y Fabbri (1977), Bastide (1981) y mi propio análisis greimasiano del artículo que aquí se está estudiando (Knorr y Knorr, 1978). Mullins trazó un sumario de algunos recursos retóricos en los artículos de ciencias naturales (1977), y O'Neill y Lynch, así como Morrison, tratan cuestiones metodológicas referidas a los textos de ciencias naturales. Los dos últimos artículos aparecen en un próximo volumen sobre el análisis de los textos de ciencia editado por O'Neill (1981). Otras investigaciones en el proceso de publicación son las realizadas por Gilbert y Mulkay (1980) y Woolgar (1980), así como por Bazerman (1979).

[3] Para un sumario de esas estrategias literarias, véase Bourdieu (1975b).

[4] Para una de esas investigaciones sobre el "estilo" de la escritura científica, véase Aaronson (1977).

ricas de objetivización, que dicen menos acerca de las intenciones de los escritores científicos que de sus convenciones.[5]

No obstante, los efectos persuasivos del artículo científico no residen sólo en la manipulación lingüística. La definición institucionalizada de un artículo científico es que constituye un *informe* del trabajo (de laboratorio), y es esa definición la que explica parte de su credibilidad persuasiva. Con Cicourel, creo que la comprensión de las propiedades formales de un texto clasificado como informe requiere que entendamos las relaciones entre el texto y la realidad de la cual se origina.[6] Como argumentó Bourdieu, las propiedades formales de un trabajo son al mismo tiempo estrategias sociales, y no pueden ser capturadas por una ciencia del discurso considerado en sí mismo y por sí mismo.[7]

En el próximo capítulo nos interesaremos en los productos escritos de la ciencia *per se*, como esa parte del razonamiento científico que más manifiestamente sale del laboratorio para circular e integrarse en el trabajo científico subsiguiente. Al mismo tiempo, observaremos las transformaciones del razonamiento científico al trasladarnos de las selecciones de laboratorio a las presentadas en el papel. En otras palabras, reconsideraremos la autenticidad de la afirmación del artículo científico de que él es un informe.

Hace ya tiempo se ha señalado que existen discrepancias entre lo que encontramos en el laboratorio y lo que está escrito en el artículo científico: Merton rastrea hasta Bacon y Leibnitz las cuestiones que esas discrepancias suscitan,[8] y Medawar es famoso por su observación de que las convenciones del artículo de investigación no sólo "ocultan, sino que activamente representan con alteraciones" lo que ocurre en el laboratorio (1969: 169). El problema es que no tenemos ninguna investigación científica cercana que ilumine esas diferencias.[9] La cuestión, entonces, no es reiterar el intríngulis creado por las discrepancias, sino comenzar a analizar y a documentar las transformaciones que ocurren. El artículo científico que he elegido para examinar supone una conversión de recursos que sirve para ilustrar un mecanismo más general de conexión en las redes que hemos llamado campos transcientíficos. Característicamente, esa versión se encuentra en la primera parte del producto científico (su *Introducción*). En los párrafos siguientes, intentaremos recuperar el razonamiento de laboratorio en el cual estaba embebida la selección de cierta investigación y contrastarlo con la conversión de ese razonamiento en los posteriores productos escritos.[10]

[5] Si bien la publicación de trabajos científicos en revistas comenzó hace unos 300 años con el *Philosphical Transactions* fundado en 1665, Roy MacLeod dice (en una comunicación escrita) que la estandarización de ciertas características de la escritura científica sólo data de fines del siglo XIX. La pregunta que queda abierta aquí, desde luego, es por qué y cómo se produjo esa estandarización, y qué significó. Evidentemente, el tipo de estandarización que encontramos hoy, que combina persuasión con respeto por la objetividad de la ciencia, aún goza de algún grado de libertad. Esto se ve claramente cuando los científicos discuten sobre cómo poner las cosas en el papel, dependiendo de la revista que hayan elegido.

[6] Cicourel ha argumentado repetidamente sobre la importancia de este punto con respecto a los "informes" sociológicos, por ejemplo la entrevista y los datos de cuestionarios (cf., por ejemplo, 1974). Véanse también los respectivos argumentos en su obra sobre el discurso y el texto (por ejemplo, 1975).

[7] Cf. Bourdieu (1975b: 4-8).

[8] Comunicación personal.

[9] Sólo conozco un artículo publicado sobre esta cuestión, que se refiere a ella en términos de la transformación de los hallazgos de investigación en conocimiento científico en un nivel general, teórico. Véase Gilbert (1976).

[10] En el presente análisis, partiré de mis previos intentos de aplicar modelos de análisis del discurso existentes (Knorr y Knorr, 1978). Esos modelos son escasos, y no necesariamente nos ayudarán aquí. El modelo de explicación descripto por Harré considera los discursos y los textos que preceden, acompañan y siguen la acción como "producidos para asegurar el doble objetivo de la inteligibilidad y la justificabilidad" (1977: 291). Mientras que las justificaciones que los científicos proponen para sus resultados serán una parte natural de nuestro análisis, la cuestión de la significación como tal, o de la organización formal del discurso, no podrán ocuparnos aquí.

Quien mejor ha ejemplificado el modelo dramatúrgico es Gusfield en su estudio sobre un texto (1976). Se sirve de la crítica literaria para analizar la acción de un texto en términos de la tensión dramática creada por una trama y su desenlace. El modelo dramatúrgico es similar al modelo estructural del discurso narrativo desarrollado por Propp para los cuentos de hadas rusos (1968) y extensamente modificado por Greimas. La mejor introducción a este enfoque se halla en Greimas y Landowski (1979). Véase también Greimas y Courtés (1979).

Tanto el modelo dramatúrgico como el estructural se adecuan bien a ciertas partes del artículo científico y no se llevan bien con el resto. Greimas reduce la pormeno-

El lector deberá notar que la investigación que se está analizando fue elegida sólo porque sus registros eran completos,[11] y porque los científicos me permitieron tener el conjunto completo de los borradores, así como la redacción final del artículo basado en su trabajo. El número de redacciones (incluidos los comentarios de coautores, colegas y revisores) es de 16; para el presente propósito basta con trabajar sobre la primera versión del artículo y sobre la última. El trabajo de laboratorio al cual el artículo se refiere fue realizado en su mayor parte entre noviembre de 1976 y abril de 1977; el primer borrador del artículo que fue hecho circular data del 13 de mayo de 1977. La versión final fue terminada el 14 de septiembre, presentada el 4 de octubre y aceptada para su publicación (con la condición de que se completara una referencia) el 28 de octubre de 1977.

Dado que el artículo sólo apareció en 1978, no podemos recurrir a las citas como indicadores de su recepción. Pero sólo el hecho de que fuera rápidamente aceptado sin correcciones da una pista sobre la respuesta de los pares. De sus tres autores, dos eran de alto rango en revistas y sociedades profesionales.[12] El mayor de ellos ha publicado

rizada clasificación de Propp de funciones y agentes encontrados en el cuento de hadas a una estructura central, que consiste en la transformación de una necesidad mediante la transferencia de un objeto valorado de destinatario en destinatario por un sujeto ayudado por un aliado y obstaculizado por un oponente. Mientras que la función básica de la transformación de necesidades puede ser retenida para aquellas partes del artículo científico que resumen la "historia", parece inapropiada para las secciones de *Métodos y Resultados*. Lo mismo vale para la noción de una trama y su desenlace en la metáfora dramatúrgica.

Además, como lo ha señalado Morrison (1981) con enfoques tales como la gramática del relato de Greimas, es el modelo, no el material, lo que especifica lo que un evento resulta ser. Más que forzar una correspondencia estrecha entre los textos y cualquiera de los enfoque anteriores, nos valdremos de diversas interpretaciones cuando parezca apropiado, pero consideraremos el texto mismo como nuestra fuente principal de información.

[11] "Completo" significa nada más (y nada menos) que el comienzo del esfuerzo de investigación (identificado por los científicos) que ocurrió durante el período de observación, y cuyo curso de acción subsiguiente puede seguir a lo largo de la redacción y más allá.

[12] Con lo cual quiero significar que eran coeditores de ciertas revistas, y tenían posiciones oficiales en las respectivas sociedades.

más de 250 artículos y actúa como consultor del gobierno. El más joven (y que fue el principal responsable del trabajo) tenía 33 años, con 40 publicaciones. El artículo se refiere a la parte tecnológica del trabajo observado, que era proponer un método alternativo de precipitación de proteínas para ser usado en la recuperación de proteínas.

2. La fundamentación de una línea de investigación en el laboratorio

Entre otros, la historia de la investigación que se analiza (que fue brevemente presentada en el Capítulo III) tiene como actores a Walter, un químico/tecnólogo con quien ya nos hemos encontrado antes, a científicos del instituto, como Fuller, a un químico de otro grupo, a un departamento de una universidad, a un instituto de investigaciones cooperativas vinculado con el sector agrícola, a editores de revistas y a los generalizados "quienesquiera" a los que la investigación esté dirigida, muchos de los cuales no se presentarán en la escena de la acción del laboratorio. El relato es contado mediante respuestas de los participantes a mis preguntas y mediante mis notas sobre diversos comentarios y observaciones. Es el único equivalente que podemos encontrar dentro del laboratorio a lo que es la fundamentación de una investigación en el artículo científico. El relato entreteje los resultados buscados de la investigación como un *recurso presuntivo* de la trama de preocupaciones en la que los científicos están al mismo tiempo insertos. Primero recordaremos el razonamiento que rodeó el lanzamiento de la investigación por parte de Walter:

> Pregunta: ¿Originariamente te proponías trabajar en esos métodos de recuperación?
> Walter: No, en un principio no quería hacer ninguna investigación sobre la recuperación. Mas bien ocurrió que yo mismo tenía que generar las proteínas que necesitaba para los ensayos y las mediciones de textura y esas cosas, porque no las conseguía de la industria agrícola.

> Pero originariamente no quería hacer un artículo con este trabajo. [...] Quería terminarlo lo antes posible, y pensé simplemente en trabajar en conjunto con Fuller (14-1).

Walter había decidido apoyarse en el conocimiento de Fuller pero también ir al laboratorio de gran escala, cuando se enteró de una serie de problemas que el método de Fuller causaba (véase Capítulo III, sección 6). Luego, ocurrió que Walter leyó que

> El uso de cloruro férrico para la precipitación de proteínas... debe ser barato, de otro modo no lo usaríamos. Y leí que se lo puede hacer a baja temperatura, sin tratamiento de calor.

Esto se produjo en un momento en que Walter había estado leyendo acerca de las crecientes necesidades de energía en la agricultura y estaba fascinado con la idea de un ahorro de energía. Cuando se le preguntó por qué creía que el cloruro férrico era una idea tan excelente, dijo:

> En Europa [donde este tipo de recuperación de proteínas se hace mucho], todo el mundo que recupera esas proteínas usa la coagulación por calor. Dado que la concentración de las proteínas es sólo del 0,5%, hay que usar enormes cantidades de solución para conseguir mil gramos de proteínas... Ellos se dan cuenta de que esto es un problema y tratan de concentrar el líquido *antes* de la coagulación por calor; pero esto también es caro. ¡Y el resultado es una proteína insoluble que causa toda clase de problemas! (4-4/4).

La idea era simple: "Si uno no tiene que usar altas temperaturas en las proteínas, la solubilidad debe ser mayor y todo el proceso debe ser más interesante en términos de energía". El atractivo de un método de recuperación de proteínas que usara menor cantidad de energía y diera como resultado proteínas con una alta solubilidad en nitrógeno se hizo visible de inmediato. No fue difícil para Walter convencer de su plan a los otros miembros de su grupo de investigación. Pero hubo

otras razones en juego en cuanto a los cuatro científicos que luego participaron en la investigación. El propio Walter puede aportar un ejemplo de esas razones.

Dado que Walter quería regresar en el futuro a la universidad de la cual provenía, el valor de su trabajo en relación con los requisitos de carrera era algo que estaba presente todo el tiempo, como él mismo dijo, en el fondo de su mente. En particular, le preocupaba la falta de trabajos puramente tecnológicos en su perfil, lo cual, según creía, le iba a causar problemas en el avance de su carrera. Respecto del momento en que se le ocurrió la idea del cloruro férrico, dijo posteriormente:

> Yo estaba preocupado también por el hecho de que hasta ese momento no había cubierto ningún tema tecnológico en mi trabajo con las proteínas. Pensé que si de todos modos tenía que ir al laboratorio de gran escala y generar las proteínas por mí mismo, podría hacer también algunas comparaciones y ver si el cloruro férrico funcionaba. Eso llenaría el bache... (14-13/1).

En otro punto, afloró el hecho de que Walter tenía un contrato con un instituto de investigaciones cooperativas financiado por el sector agrícola para trabajar en algunos de los problemas relativos a las proteínas. Dijo Walter:

> Sé que su procedimiento [de recuperación] es malo, y sé por las pruebas previas que hice que la solubilidad de sus proteínas es muy baja. Ellos podrían estar interesados en este trabajo... (6-3/2).

El científico sabía que "en algún momento tenía que darles algo a cambio del contrato", y pensó que el nuevo método iba a ser exactamente lo que ellos estaban buscando. Sin embargo, aunque quería publicar el método temía que la industria no estuviera de acuerdo con esto. (Su solución fue escribirles acerca del método y sostener que él tenía que publicarlo, dado que gente del instituto también estaba participando en las investigaciones.)

Pero había otra razón para la atracción que despertaba en Walter el nuevo método de recuperación, una razón que he mencionado antes. Igual que otros, Walter consideraba muy tentadores los costosos equipos y el personal bien entrenado del laboratorio de gran escala, y los consideraba aun más atractivos porque el acceso a éste no se obtenía con facilidad, como hemos visto en el Capítulo II. En varias ocasiones, escuché que cualquier proyecto que le permitiera "explotar" esa oportunidad para el trabajo propio sería bienvenido. El nuevo método de precipitación de proteínas le daba ese motivo (27-1/1).

No importa realmente que razones como ésas a menudo parezcan racionalizaciones *post hoc* de una decisión que más probablemente "se le ocurrió" a la persona en el momento de "tomarla". Cuando la "ocurrencia" del cloruro férrico quedó prendida en una red de razones, generó un contexto de acción circunscripto por esa red. La acción de laboratorio procede en el espacio de posibles selecciones delimitado por ese contexto, hasta que el contexto vuelve a redefinirse. Las razones que aparecen *post hoc* en una lógica de las decisiones son simultáneamente presunciones del futuro en una lógica de la acción.

Pero hay otro aspecto que debería destacarse aquí. Cuando los científicos generaron el nuevo método como un recurso en relación con las diversas demandas (de cubrir un tema tecnológico en el currículum, de que las proteínas hacían falta en otra investigación, de cumplir un contrato, de aprovechar la oportunidad para un éxito) que los atraviesan, esas demandas atrajeron además a una serie de actores cuya participación oculta en el trabajo de laboratorio de pronto se hizo evidente. Por ejemplo, el profesor universitario al cual Walter solía mencionar en conexión con sus preocupaciones acerca de cubrir un tema tecnológico en su trabajo, o el director de investigación del instituto con el cual tenía contrato. Además, había en el instituto destacados científicos que estaban interesados en experimentos para los cuales hacían falta proteínas, entre ellos el jefe de investigaciones del grupo. También había colegas a los que Walter llamó para averiguar sobre el interés potencial de las revistas. Y había dos conocidos científicos con los cuales Walter sentía que sería provechoso publicar un artículo.

Fue con respecto a estos y otros agentes que los científicos constituyeron la fusión de intereses que caracteriza la relación de recursos, y que sostiene (en su razonamiento) la construcción de una determinada investigación. Por cierto, hacía falta convencer a los respectivos agentes de la proyectada fusión de intereses. (Por una referencia previa, sabemos que, a juzgar por su reacción, el director del instituto con el cual había un contrato *no* estaba convencido.) La fusión de intereses reposa sobre la *convertibilidad* del "recurso" científico en la moneda con la cual los respectivos agentes hacen sus transacciones. En otras palabras, reposa sobre su capacidad de insertarse como un recurso en el contexto de preocupaciones que *ellos* se han tejido para sí mismos.

Pero lo que hay que destacar es que el mecanismo de conexión de las redes a las cuales hemos aludido como campos transcientíficos debe estar ligado a esa convertibilidad de los respectivos recursos, y no a algunas características que los miembros de la red comparten. Para parafrasear una expresión usada en otra parte,[13] los recursos que no pueden ser convertidos quedan *socialmente ad hoc*, en el sentido de que no se prestan para la razonada continuación e integración de la acción práctica (una cuestión sobre la cual regresaremos más adelante). Empecemos por mirar la primera versión del artículo científico en cuestión.

3. La fundamentación de una investigación en el artículo científico

En contraste con el flujo de razonamiento que constantemente mana de las actividades del laboratorio, el artículo científico presenta un flujo de razón manso, estrictamente regulado dentro de una estructura suministrada por la página y el párrafo. Esa estructura es conocida. Una página de título ubica primero el artículo en la intersección de un particular autor con particulares conexiones (científicas), una particular revista y un tema. Una página siguiente repite el nombre de la or-

[13] Cf. Pickering (1989: 27 ss.).

ganización e incluye el *Abstract*, seguido a su vez por la *Introducción*. Secciones de *Materiales y métodos* y de *Resultados y discusión* aparecen en su debido momento, seguidas por *Referencias, Reconocimientos* y un conjunto de *cuadros* y *figuras*.

Con leves variantes, ésa es la forma estándar de un artículo científico, forma que, en el presente caso, se mantuvo igual entre la primera y la última versión del articulo. Por lo general, las secciones sobre métodos y sobre resultados tienen subdivisiones internas encabezadas por titulación de párrafos que por primera vez tocan el contenido sustancial del trabajo. La única característica especial del artículo analizado aquí es que en la página 2 incluía un "Sumario interpretativo" para "uso interno" del instituto.

En contraste con la mezcla de razonamientos que encontramos en el laboratorio, en las subdivisiones provistas por los parágrafos el artículo científico establece una nítida separación entre las diferentes cuestiones. Para conocer las razones del científico para la investigación, más que reunir observaciones dispersas a lo largo de un período sólo nos hace falta identificar correctamente las subdivisiones del artículo. Más que armar con nuestras notas un relato legible de las razones del científico, todo lo que tenemos que hacer es escuchar la historia que la parte relevante del artículo presenta. Por cierto, no encontraremos ninguna parte del artículo científico que refleje en forma directa el relato del científico sobre el origen y la justificación de su trabajo; lo que sí encontramos es una sección del texto que corresponde al papel desempeñado por esas explicaciones: la *Introducción*. En la *Introducción*, un trabajo que ha sido expurgado de intereses personales y de contingencias situacionales se inserta en un nuevo marco de razones, en el cual, casi literalmente, el trabajo se recontextualiza.

Cuando leímos la *Introducción* de la primera versión del artículo analizado aquí (véase Apéndice 1, al final del libro), dos características saltan a la vista. En primer lugar, hay una estructura clara, consistente, en parágrafos ordenados en términos de generalidad decreciente. Los temas de los parágrafos comienzan por el nivel más general (proteínas de las plantas de papa) y avanzan hacia lo más específico (un método alternativo de coagulación), seguido de un mandato para actuar (encontrar el método). En segundo lugar, hay una dependencia casi exclusiva de las categorías de cantidad y calidad en términos de los temas presentados.[14]

El argumento sugiere de un modo bastante directo que hay enormes cantidades de proteínas de alta calidad disponibles en el mundo (11. 2-11), y que hay un "tremendo" desperdicio de esos recursos (11. 12 ss.). La recuperación de las proteínas recompensa en términos del monto de materia prima disponible, de costos totales y de rendimiento comparados con otras proteinas de plantas, tal como lo confirma la recuperación comercial "en diferentes países de Europa" (11. 38-53). Sin embargo, el método actual de recuperación tiene serias desventajas, tales como la baja solubilidad en nitrógeno y la limitada aplicabilidad de las proteínas, costos energéticos y resultados posiblemente carcinógenos (11. 54-69). Podría haber un importante coagulante alternativo (11. 70 ss.) que convertiría las desventajas del método actual en ventajas. Además, la "significación nutricional" del hierro usado en el nuevo método compensa mucho los posibles efectos "carcinógenos" del tratamiento por calor (11. 65-67 y 74-76).

El tiempo verbal predominante en el cual se describe este estado del mundo es el presente. Sólo una recomendación directa (11. 28-29) y una inusual frase en condicional señalan hacia un mundo posible:

> Si el restante 70%-80% del material pudiera ser convertido en nutrientes, los recursos nutricionales totales podrían incrementarse ampliamente... (11. 18-20).
> El cloruro férrico... podría ser otro gran coagulante para la recuperación de CPP (11. 70-71).

[14] Esto no equivale a decir que un aserto de cantidad o calidad es la *única* información contenida en cada oración. No obstante, aun en casos donde alguna otra información parece predominar, la argumentación incluye algún aspecto cuantitativo (por ejemplo, económico). Véase, por ejemplo, 11. 38-41, en el cual los métodos alternativos de procesamiento son introducidos por referencia a un análisis *económico* realizado sobre esos métodos.

La oración final (ll. 79 ss.) presenta el trabajo como el resultado del intento del autor por hacer surgir ese mundo posible, encontrando un método que rinda cantidades comparables y mejores calidades. El uso del pretérito imperfecto sugiere que el método se ha encontrado, aunque aquí no se lo identifica.

La transición desde las proposiciones predominantemente cuantitativas hacia evaluaciones explícitamente cualitativas llega en los parágrafos 5 y 6, que marcan el clímax de la tensión dramática y su subsiguiente resolución: el uso de cloruro férrico. Como cuadra a un discurso en el cual las secciones denominadas *Materiales y métodos* y *Resultados y discusión* van a seguir luego, esa resolución no se detalla en esta fase. No obstante, la *Introducción* es completa en lo que respecta a elementos convencionales de la estructura literaria, tales como la tensión y la resolución, la identificación del bien y el mal y el desarrollo organizado de la acción. Las secciones subsiguientes funcionan más como apéndices a esta estructura que como el desarrollo de una estructura dramática.[15]

Detengámonos en esta caracterización global del argumento de la *Introducción* (seguirá una investigación más detallada en la Sección 5) y destaquemos algunas de las principales áreas en las cuales difiere del razonamiento de laboratorio ejemplificado antes. En el laboratorio, los científicos invocaban una serie de necesidades o mandatos, paralelos aunque no independientes ("hay que hacer..."), con los cuales estaba relacionada la capacidad potencial de algún nuevo método de llenar la necesidad o de cumplir la tarea: la necesidad de hallar un método para encontrar cantidades grandes de proteínas demandadas por el trabajo de bioensayos, el mandato de que se produzca algún resultado relevante a cambio del dinero recibido por los contratos, la necesidad sentida de investigar un tópico tecnológico para estar calificado para un puesto, la demanda de un método que dé como resultado una alta solubilidad en nitrógeno y bajos costos de energía. O se referían a posibilidades de las cuales, con la ayuda de un principio de racionalidad, se podría derivar un requerimiento de acción, como cuando el "recurso" del laboratorio de gran escala fue citado como fundamento para hacer investigaciones en las que fuera necesario usarlo.

[15] La sugerencia de Gusfield –basada en un análisis de una investigación sobre manejo en estado de ebriedad– de que la acción (dramática) del artículo ocurre "en el desenvolvimiento de la historia" no es sustentada aquí. En el presente caso, como en otros que he visto, la metáfora dramática sólo puede aplicarse razonablemente a la *Introducción*. Véase Gusfield (1976). Una posible explicación de esta aparente discrepancia puede radicar en una diferencia entre la escritura del cientista social y el estilo preferido por las ciencias "duras".

El punto es que en el laboratorio encontramos una multiplicidad de razones y de usos proyectados para la investigación que no pueden subsumirse todos en un interés en la publicación, y que incluso podrían ir en contra de ese interés, como cuando la necesidad de generar grandes cantidades de proteínas entró rápidamente en conflicto con la necesidad de investigar más exhaustivamente el método para una publicación, o cuando los proyectados intereses de la industria en patentar un método suscitaron problemas para el potencial autor de un artículo. Además, esas razones estaban atadas a las estructuras de intereses personales que establecen el vínculo entre agentes en una red de relaciones de recursos en la cual los científicos están insertos.

En el relato de la *Introducción*, esa multiplicidad de razones del laboratorio es reducida a una sola línea de argumentación. De las demandas invocadas por los científicos, todas, salvo la necesidad de un método mejorado de recuperación, están ausentes. En contraste con las razones del laboratorio (que por lo general no son pormenorizadas en profundidad o en detalle), la demanda de un nuevo método de coagulación de proteínas se justifica en una cadena extendida de razón. Con excepción de los propios autores, ninguno de los agentes a través de cuyas preocupaciones e interrelaciones se sostuvo la investigación del laboratorio aparece en el texto.

No estoy sugiriendo que los científicos representen mal o encubran la realidad del laboratorio *intencionalmente*. Por lo general, las impresiones creadas por el texto siguen el siguiente patrón: "¿Por qué estás tratando de hacerme creer que vas a Lemberg diciéndome que vas a Cracovia, cuando en realidad vas a Cracovia?", que, entre otros,

ha descripto Lacan.[16] El mejor ejemplo de esto es, quizás, en la *Introducción*, la inversión de la dinámica de la investigación hallada en el laboratorio. A la ocurrencia casual de una oportunidad de éxito en el laboratorio los científicos respondían instituyendo una nueva línea de investigación. En el artículo, es la demanda de un método alternativo de recuperación de proteínas lo que los mueve.

Los científicos del laboratorio no comenzaron por el problema de los recursos dilapidados o del peligro para la salud asociados como la coagulación por calor, para luego buscar una solución. Cuando le preguntamos a Walter si había buscado específicamente un método que funcionara a baja temperatura y de esa manera cumpliera con los requerimientos de reducción de energía y solubilidad en nitrógeno especificados en el texto, dijo:

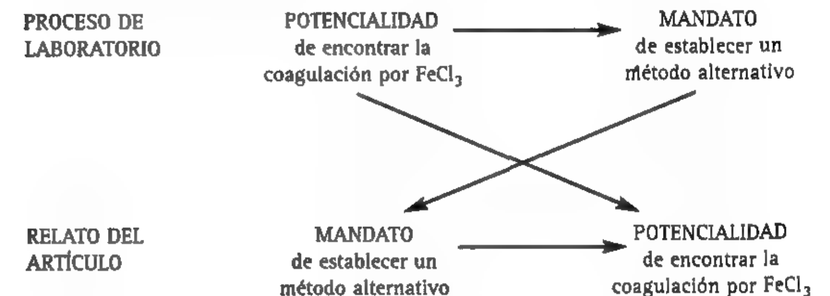
> No, no fui tan inteligente en un principio como para ver que sería mejor recuperar proteínas sin aplicar el tratamiento de calor. Probablemente, primero leí algo sobre el cloruro férrico. Uno necesita un estímulo para ver... (14-13/1).

La impresión de que la solución fue fruto de un problema investigado y no de que se la encontró por azar es creada en el texto mediante una organización jerárquica de argumentos a través de la cual la solución aparece *derivada* y no original. Formulaciones como el mandato final de la *Introducción*, que dice que "El objetivo de este trabajo es *encontrar* un método alternativo de precipitación [...]" (1.79), sugieren que la solución fue resultado de una búsqueda del autor. En pocas palabras: podría decirse que las potencialidades ejemplificadas en el laboratorio por el descubrimiento de la coagulación del $FeCl_3$ conducen al mandato de realizar esas potencialidades a través de investigación; mientras que en la *Introducción* es la misión de los científicos la que estableció las potencialidades de un método alternativo de recupera-

[16] Cf. Lacan (1966: 11-61). Bourdieu identificó el mismo patrón en los escritos de Heidegger. Véase Bourdieu (1975b: 115).

ción de proteínas (véase Muestra 1). Sin embargo, esa inversión no es efecto de una representación embustera sino parte de una estrategia literaria del texto, de la cual oiremos hablar más cuando comparemos las versiones primera y última del artículo.

Muestra 1. El origen de la investigación según la Introducción y el relato del observador



4. Primera versión y última versión: la disimulación de las intenciones literarias

Invito ahora al lector a que observe la versión final de la *Introducción* (véase Apéndice 2, al final del libro) y la compare con la versión que hemos estado comentando. La impresión que obtenemos de la versión final es que disimula el énfasis dramático y el lenguaje directo que se observaba en la versión 1. Si observamos más de cerca, veremos que esa disimulación es el resultado de una serie de modificaciones que contradicen la retórica de la presentación original. Tres grandes estrategias de modificación parecen operar: el *borrado* de determinados enunciados realizados en la versión original, el *cambio de modalidad* de ciertos asertos y la *reestructuración* de los enunciados originales.

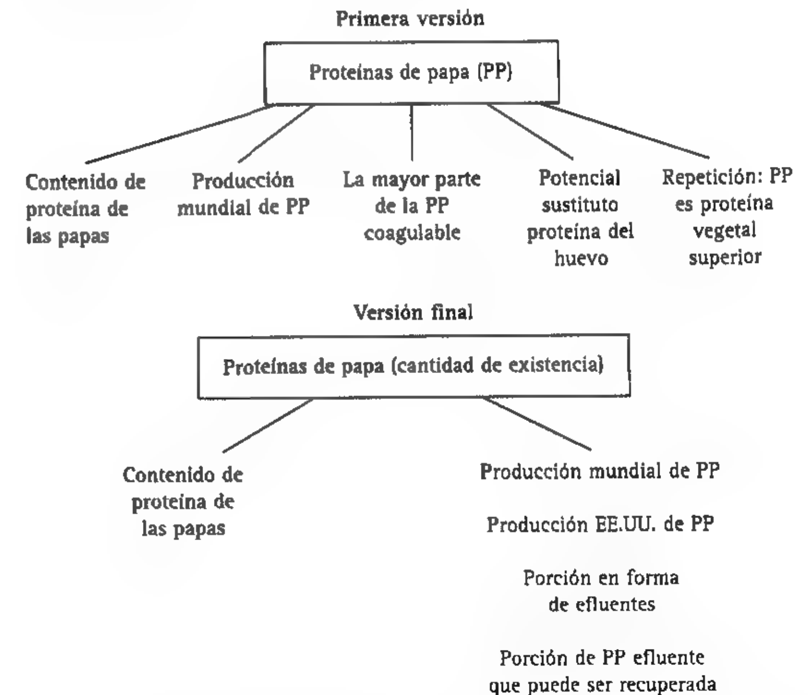
Característicamente, los enunciados borrados en la versión final son de dos tipos diferentes: o argumentos que esencialmente reforza-

ban cierto punto, o afirmaciones consideradas "débiles" o "peligrosas" (algunos argumentos, por cierto, son ambas cosas a la vez). Por ejemplo, cuatro de los 14 enunciados eliminados de la primera versión acentuaban el valor negativo del método de recuperación de proteínas en vigencia, comentando sus desventajas o las ventajas del $FeCl_3$ como una "importante" alternativa (11. 61 ss.) Otro grupo de enunciados eliminados reforzaba algún punto anterior; por ejemplo, la frase "Si bien el restante 70-80% puede ser convertido en nutrientes[...]" inmediatamente después de la frase "de acuerdo con Kramer y Krull (1977), sólo el 20-30% de las plantas vegetales se utilizan directamente para el consumo humano[...]" (11. 16 ss). El primer enunciado fue suprimido porque era "obvio". Por su parte, el último tampoco cumplió con los criterios de aprobación. Posteriormente se lo suprimió como una afirmación"peligrosa" que podría generar confusión e incredulidad. Procesos de ese tipo, en dos etapas, no son raros. Nótese que eliminar asertos "peligrosos" y argumentos que subrayan los problemas del método dominante de hecho debilita el carácter de la *Introducción* como una producción dramática.

Un efecto similar resulta de la estrategia de modificación que consiste en cambiar la modalidad de ciertos enunciados de lo necesario a lo posible, y, por lo general, de una afirmación fuerte a una afirmación más débil. En vez de decir que algo "es" de determinada manera encontramos que "se ha sugerido como posible"; en vez de "debería", encontramos "podría" (11. 6 y 29 de la versión 1). Expresiones como "principalmente" son debilitadas al transformarse en "usualmente" o "comúnmente", y la "buena" solubilidad del PPC se convierte apenas en "mejorada". Los científicos o se desdicen de sus afirmaciones o las trabajan con términos que denotan hesitación y duda.

El ablandamiento final del impacto dramático se produce mediante una reestructuración de los enunciados originales que se mantienen en las subsiguientes revisiones, lo cual da como resultado una pérdida de claridad. Por ejemplo, el parágrafo 1 de la versión final contiene los enunciados de tres párrafos de la versión 1. Como resultado, el parágrafo introductorio ya no permanece en el nivel, más general, de la cantidad y la calidad mundial de las proteínas, sino que muestra una pronunciada estructura de árbol que procede de la producción mundial de proteínas a la producción en los Estados Unidos, a la porción de esas proteínas estadounidenses disponibles en el procesamiento de efluentes y al porcentaje de proteínas que se pueden recuperar de esos efluentes. En otros parágrafos la reestructuración da como resultado cambios similares[17] (véase Muestra 2).

Muestra 2. Organización del primer parágrafo de la Introducción antes (primera versión) y después (versión final) de la reestructuración (véanse apéndices 1 y 2)



[17] Interesará saber que una reciente comparación entre los *Cuadernos* de Witt-

Tanto la reestructuración como la eliminación de enunciados conducen a una nueva estructura general del parágrafo, que ya no va de lo general a lo específico. En cambio, la nueva organización del parágrafo es *de nido*, en el sentido de que los temas anteriores son retomados en una etapa posterior. Como consecuencia, la *Introducción* final procede mediante un circunloquio espiralado del propósito que da al estudio. Ese circunloquio es acentuado por la superficie ablandada de proposiciones, producida mediante la estrategia 2, con el resultado de que cualquier clímax dramático es difuminado y difícil de identificar.

En los parágrafos 1 y 2 de la versión final, la situación no es explícitamente definida, como lo estaba en la primera versión, en términos del enorme desperdicio de tremendos recursos. El parágrafo 3 prefigura una preferencia por el $FeCl_3$ cuando se dice que "se compara favorablemente" con HCl (11. 30 ss.), pero el mensaje es oscurecido por las referencias subsiguientes a otros métodos, irrelevantes. En el último parágrafo los costos de la energía y la insolubilidad son citados como desventajas de la coagulación por calor, y se le acredita al cloruro férrico la potencialidad de sumarse al valor de las proteínas. Pero la relevancia de esto es, una vez más, oscurecida, esta vez por la distancia respecto del enunciado de los propósitos del estudio, que sólo se encuentra en el parágrafo final. En el medio de ambos está el parágrafo 5, que comenta la calidad general de las proteínas de la papa, mencionada al comienzo de la primera *Introducción*. El parágrafo 6 continúa con un anticuado análisis económico de los diferentes métodos de precipitación. Al poner el foco en la comparación y en lo fechado, el parágrafo 6 prepara para el propósito del estudio, que es, según el parágrafo 7, "comparar la efectividad" de diferentes métodos de coagulación y "evaluar" las características de sus resultados en diferentes escalas.

Con el clímax, que va desde el parágrafo siguiente hasta el último de la primera *Introducción*, su resolución vía el descubrimiento de

genstein y el *Prototractatus* y el *Tractatus* mostró una reestructuración similar de los enunciados originales en la versión final (comunicación personal). Para el respectivo artículo, véase M. Pavicic (1977).

un método "alternativo" de coagulación como paso hacia un posible mundo de adecuada utilización de los recursos también ha desaparecido: la misión del artículo publicado ya no es más que un análisis y una evaluación comparativos. Nótese que esa evaluación no es meramente la propuesta original del texto, disfrazada. El artículo concluye, como veremos luego, desautorizando cualquier recomendación específica de una "alternativa":

> La selección última de un método de precipitación para proteínas de las papas dependerá del análisis de los parámetros nutricionales y antinutricionales, económicos, ingenieriles, compositivos y funcionales, dentro de las construcciones del uso final de producto del PPC (11. 97 ss., apartado 2).

Es importante señalar que los cambios en el *abstract* entre la primera y la última versión del artículo replican los tipos de cambios realizados en la *Introducción*. Eso es particularmente visible en el caso del *Sumario interpretativo*. El primero de esos resúmenes es una condensación de la primera versión de la *Introducción*; el final, según los propios autores, es "nada más que un título un poco más extendido" (véase Muestra 3). En este caso, la supresión dominó por sobre todas las otras estrategias de modificación. El primero de esos pasos puede verse en la primera versión, que (como ocurre en la *Introducción* reproducida en el Apéndice 1) recoge las correcciones del autor senior mencionado en el artículo en último término. Véanse también los cambios más sutiles introducidos aquí, como cuando la frase "El presente estudio muestra una manera de precipitar todas las proteínas coagulables [...]" se convierte en "el presente estudio describe un método para precipitar las proteínas de la papa [...]" (1. 15 de la versión 1).

Dados cambios como ésos, la versión final de la *Introducción* (y partes análogas del artículo) decididamente ***no es*** una elaboración dramática, especialmente cuando se la compara con la primera versión. En términos de estrategia literaria, la versión final ha bajado el tono de manera consistente respecto de la primera, y lo interesante aquí es

Muestra 3. El *Sumario interpretativo* en la primera y en la última versión del artículo científico

Interpretive Summary

About 12,260 x 10^3 metric tons of potatoes (containing 200,000 metric tons crude protein) are utilized in the USA for food processing every year. Only 20-30% of the vegetable plants in the USA is utilized directly for human consumption. For this reason the potato processing plant (potato chips, flakes, granules, fresh fries, starch, etc.) effluents are a major protein source as well as a major waste disposal problem. The commonly used recovery process for potato proteins, is acid/heat precipitation. The heat treatment leads to protein concentrates with low solubility, which is a limiting factor for their use in food systems. Another disadvantage of the heat treatment are the energy costs to heat the protein water up to the precipitation temperature. The present study shows a way to precipitate all of the coagulable protein of the waste effluents at room temperature. The resulting potato protein concentrate has a nitrogen solubility 7.5 times higher than the solubility of the acid/heat precipitated concentrates.

Interpretive Summary

Protein in simulated waste effluent resulting from potato processing were recovered by three methods, i.e., hydrochloric acid and ferric chloride, both at room temperature, and hydrochloric acid at 98-99°C. Protein recovery, compositional, and functional characteristics were studied.

que *no* lo ha bajado de modo *deliberado*. No podemos presumir un *coup de la modestie* por el cual los agentes obtienen beneficios simbólicos al desplegar una humildad y una sinceridad de circunstancias.[18]

La versión final del artículo no es solamente el producto de sus autores, sino también de otros varios científicos, cuyos comentarios críticos han sido tomados en cuenta. El proceso de reescribir la primera versión es un proceso de negociaciones entre autores y críticos. La dinámica de este proceso es interesante en sí misma, dado que no hay una transición suave de una versión a la siguiente, vía la incorporación de comentarios y críticas. Los comentarios pueden ser solicitados pero no recibidos, o no solicitados pero recibidos, o recibidos de una manera o de otra y no tomados en cuenta, o recibidos varias veces en diferentes versiones y tomados a mal, etcétera.

Por ejemplo, la versión 4 de nuestro artículo (el primer borrador oficial[19] pasado a los dos coautores) retornó con correcciones "menores" por parte del coautor, ante lo cual el autor original dijo: "lo aceptó sin correcciones, muy en contra de sus hábitos". Una copia posterior entregada al jefe del grupo incluye una nota manuscrita del autor "[...] por favor, chequee el manuscrito". Volvió sin correcciones, aparentemente no leído. Se pasó una segunda copia, incluida la nota "lo siento, pero usted deberá leer esto"; esta vez los científicos aparentemente no prestaron atención a las correcciones sugeridas, ya que ellas no aparecen en la versión puesta al día y vuelta a tipear.

Las versiones 9 y 10 fueron aceptadas con correcciones menores por dos revisores oficiales y suplementadas por la versión 11, que, aparentemente sin solicitud, había sido leída por el jefe del grupo, que

[18] Según Bourdieu (1975b).

[19] La versión 4 es precedida por un comentario manuscrito de las figuras y las tablas, que se convertirían en el corazón de la sección *Resultados y discusión* del artículo. Fue seguida por una versión que incluía un suplemento mecanografiado de una sección de *Métodos*, una introducción y una página de título y, curiosamente, una versión reducida de la sección de *Resultados*. La versión 3 fue suplementada por información más detallada y fue la primera versión tipeada por una secretaria. La versión 4, corregida nuevamente, fue la primera en salir afuera de la oficina del autor original.

recomendó modificaciones más "serias". Comentarios como "¿esto es conjetura o hecho?" y la pregunta de si la "excelente" solubilidad en nitrógeno que el artículo postulaba era "necesariamente una ventaja" provocaron un considerable fastidio. No obstante, los dos coautores introdujeron algunos cambios de redacción (versión 12), que luego fueron retipeados y corregidos por uno de los autores (versión 13) y levemente modificados por el otro (versión 14). Esta versión fue pasada por el autor senior al jefe del grupo, lo que desencadenó más críticas y el comentario "mejor, pero todavía no satisfactorio" (versión 15). No hace falta decir que esa crítica fue muy mal acogida.

Es importante ver que quienes actúan como revisores y críticos en ese proceso de modificación no sólo son amigos del autor, deseosos de contribuir a prevenir una respuesta negativa. También son *oponentes*, que trabajan con frecuencia en temas similares dentro de una red con superposiciones, que tienen apuestas propias (o de allegados) que defender. El antagonismo que se desarrolla entre el primer autor y el jefe de su grupo (que actuó como crítico, pero no como coautor) ilustra esa ambivalencia. El autor se volvió hostil porque sintió que se lo estaba forzando a "debilitar" su caso al aminorar las afirmaciones realizadas en la primera versión.

La versión 15 del artículo documenta ampliamente ese antagonismo, dado que incluye no solamente los comentarios hechos por el jefe del grupo, sino también las cáusticas reacciones del autor ante la crítica. Por ejemplo, a un pedido de que se suprima una oración generalmente se le acota "¿por qué?" (subrayado). Un cambio de redacción propuesto por el jefe del grupo es recibido con un "gracias". A la pregunta de "¿qué pasa cuando lava las otras papas?" el autor responde con un "¡Lo que uno espera!" seguido por una explicación sin destinatario (el artículo original no volvió al jefe). Y cuando a la afirmación del artículo de que "se recuperan menos proteínas " se le agregó la pregunta de "¿cuánto menos?", el autor escribió un airado "Ver figura 2" y lo subrayó tres veces. El artículo contenía toda una batalla de anotaciones.

La batalla (aunque no las hostilidades) terminó en una conciliación que favoreció al jefe del grupo, quien, después de todo, era una voz

autorizada con respecto a qué salía o no salía del instituto por vía de publicaciones. La existencia de esa batalla (y en general del proceso de negociación que precede a la publicación) ilustra el hecho de que el contenido de un artículo publicado no es meramente el resultado de la adhesión de un autor a las convenciones de la escritura científica. Como he señalado previamente, aun el más joven de los tres autores tenía cuarenta publicaciones y estaba muy al tanto de esas convenciones.

Dada la cantidad de saber experto involucrada, podemos suponer sin lugar a dudas que la primera versión estaba escrita de acuerdo con las convenciones relevantes. Las características del artículo publicado, entonces, deben ser tomadas como el resultado de un proceso de negociación entre autores y críticos en el cual la *crítica técnica* y el *control social* están inseparablemente entretejidos. Esto implica que el artículo publicado es un híbrido de muchas capas *co-producido* por los autores *y* por los miembros del auditorio a los cuales les está dirigido. Además, el artículo publicado no es un producto *final* en ningún sentido razonable de la palabra. Un artículo publicado se estabiliza en la imprenta, pero no en el discurso en el cual está inserto y que sostiene la escritura.

Las negociaciones que siguen a la versión del autor pero preceden a la publicación de un artículo documentan el trabajo reconstructivo realizado por un campo social *mucho antes* de que el artículo aparezca en la prensa. Ese trabajo reconstructivo se interrumpe, pero no cesa, por la publicación. Los lectores del artículo publicado diseccionan y cuestionan el texto tanto como lo han hecho los revisores; creen algunos argumentos, descreen de otros, califican algunas afirmaciones de justificadas y otras no, y proyectan sobre las palabras desnudas una trama de interpretaciones y de relevancias.

5. La construcción de una red de razón

Hemos comparado el razonamiento que figura en la primera versión de la *Introducción* con el razonamiento escuchado en el laboratorio, y también hemos examinado algunas de las modificaciones más conspi-

cuas mediante las cuales la primera versión se transformó en la redacción final. Ahora debemos considerar la *Introducción* final con un poco más de detalle. En el laboratorio, la red de razonamientos que rodea a una investigación (y las relaciones de las cuales ese razonamiento es una manifestación) definieron sus traducciones de decisiones y sus selecciones. En el artículo, esas selecciones son introducidas y rodeadas por la red de razones hiladas en la *Introducción*.

La *Introducción* es el *locus* del artículo (y el *único locus*, si no tomamos en cuenta partes como los *abstracts* y los sumarios), que lo enmarca en un contexto de relevancias,[20] y provee una clave para lo que sigue. Los autores hacen eso designando a aquellos agentes a quienes su trabajo les interesa, y especificando las circunstancias de su mandato. Construyen un mundo real que les exige que se aparten de un mundo posible. Sigamos el hilo de la razón que conduce a ese apartamiento.

La *Introducción* comenzó especificando un recurso: las proteínas de las plantas de papa. La primera oración especifica cuánta proteína contiene la planta, la segunda especifica el monto de proteínas producidas a partir de la planta en todo el mundo y la tercera indica la producción estadounidense. Que acertamos al leer esto como la especificación de un recurso es algo que resulta claro de la primera oración del *Abstract* que precede a la *Introducción* y que se refiere a los efluentes del procesamiento de papas como "una potencial fuente de proteínas valiosas [...]". Recordemos, también, que el comienzo de la primera versión de la *Introducción* afirmaba que

> los tubérculos de papa... *proveen* al mundo seis millones de toneladas métricas por año (cursivas mías).

Los recursos existen sólo en relación con un interés, una necesidad o una demanda. La *Introducción* especifica una cadena de recursos, o una

[20] Para un comentario general sobre las "implicaciones" conversacionales y el reconocimiento de que un aporte al discurso es relevante en el cuadro de lo que Grice denomina un "principio cooperativo", véase Grice (1975).

serie de potencialidades, relacionada con una serie de intereses y de necesidades que permanecen *implícitas* (la única excepción es la referencia explícita al "interés en la recuperación de proteínas de la papa durante los últimos 60 años" [1. 21. ss]. La *Introducción* conecta los recursos que especifica mediante un mecanismo igualmente implícito de *contingencia secuencial*.

Permítaseme clarificar esto. El tubérculo de papa es presentado como una fuente de proteínas y relacionado con una implícita necesidad de proteínas. Sin embargo, se convierte en un recurso para llenar esa necesidad sólo en la medida en que no haya sido usado previamente para otro propósito inevitable. En otras palabras, es un recurso sólo si alguna porción de él todavía está disponible para generar proteínas. La porción disponible, en este caso, es el procesamiento del efluente de desperdicio, en el cual el carácter de recurso depende a su vez de la posibilidad de recuperar las proteínas no usadas. El texto pasa luego a afirmar que esos métodos de recuperación existen, y que el más común es mediante la coagulación por calor (parágrafo 3).

Continuando con la cadena, un método de recuperación se convierte en un recurso sólo si sus cualidades (tales como el bajo costo) son deseables, y conducen, a su vez, a ciertas cualidades deseables en las proteínas (tales como la alta solubilidad en nitrógeno). La coagulación por calor es presentada como un recurso negativo, dado que no cumple con esos requisitos, según afirma el texto (en el parágrafo 4). Al mismo tiempo, el texto propone el $FeCl_3$ como método que cumple con esas demandas.

Los siguientes dos parágrafos reiteran el valor de recurso de las proteínas de la papa en relación con la necesidad implícita de un balance favorable de aminoácidos, y el valor de recurso negativo de la coagulación por calor en relación con los costos de la energía. El cloruro férrico, por otra parte, sólo puede ser considerado como una alternativa a la coagulación por calor si se puede mostrar que se compara favorablemente con otros métodos. Es esta comparación la que el texto toma como su tarea encomendada.

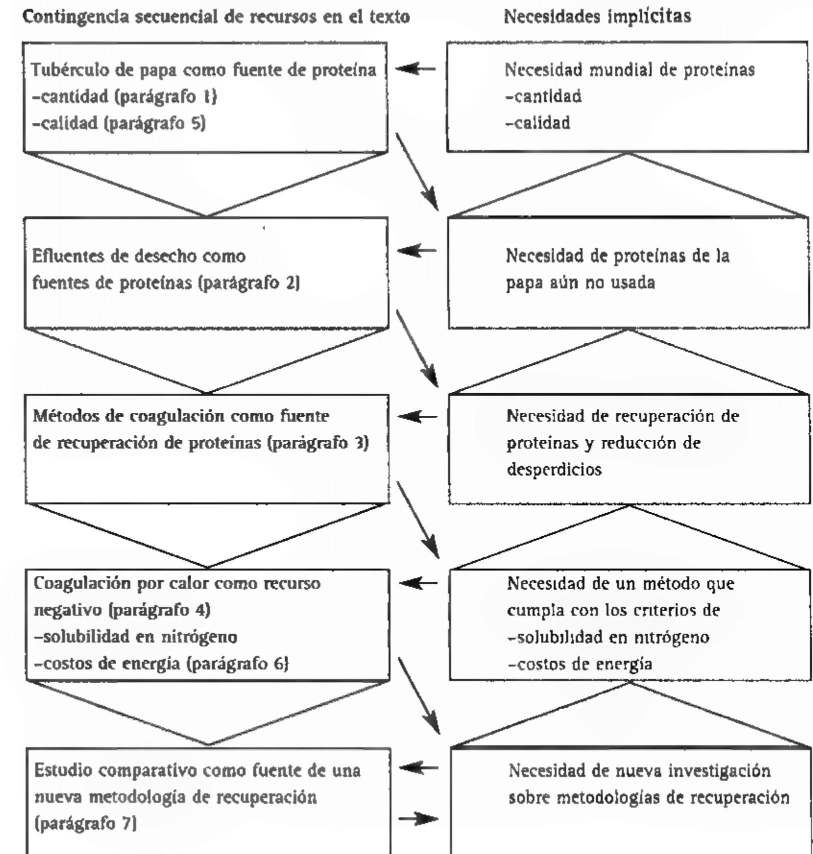
La implicación de esta contingencia final está clara: si se puede

mostrar que el $FeCl_3$ cumple con los requisitos especificados, luego todos los otros recursos pueden evidenciarse en sus respectivos propósitos. Dada la contingencia secuencial entre los respectivos objetos de valor de recurso (negativo o positivo), la pertinencia del $FeCl_3$ como alternativa probada se transmite desde el fin de la *Introducción* hasta el comienzo: el método de coagulación por calor es destituido, se establece un método de recuperación que llena los requisitos del autor, las proteínas pueden ser recuperadas del desperdicio, el desperdicio puede reducirse, las proteínas de la papa pueden tornarse plenamente aprovechables para el consumo humano y la necesidad de más proteínas en el mundo puede satisfacerse. La Muestra 4 muestra esa lógica de la *Introducción*.

Nótese que los autores prefieren hablar de recursos disponibles, más que de necesidades. Se trata de una *estrategia literaria* efectiva que, a diferencia de la estrategia implicada por la mencionada contingencia secuencial, debe permanecer oculta al simple análisis textual. A diferencia de la afirmación de que hay grandes cantidades de proteínas sin usar en los efluentes de desperdicios, la afirmación de que hay una necesidad significativa de más proteínas adecuadas para el consumo humano podría llegar a ser discutida. En el momento en que se escribió el artículo, la controversia en relación con la cuestión de si el problema alimentario mundial era principalmente una cuestión de proteínas ya había comenzado.[21] Como consecuencia, evitar la pregunta de *qué* hace falta y en cambio enfatizar qué hay, hablar de potencialidad más que de necesidad, no representa meramente una remisión al lector para que complete lo obvio, sino que sirve para contrarrestar críticas esperadas que podrían, en caso contrario, amenazar desde el vamos el valor del artículo.

[21] Basándome en entrevistas y comentarios, estoy convencida de que ninguno de los autores sentía que el problema alimentario mundial era un problema de proteínas en el momento en que se escribió el artículo. De hecho, el autor senior manifestó serias vacilaciones en varias ocasiones. Nótese, sin embargo, que esas hesitaciones no impidieron que el autor implicara que el mundo probablemente se beneficiaría con más disponibilidad de proteínas.

Muestra 4. La contingencia secuencial de los recursos y la transformación de necesidades implícitas en la versión final de la Introducción



Si los científicos hubieran empezado por referirse a una necesidad mundial de proteínas que podría aliviarse por medio de su trabajo, se habrían visto obligados a enfrentar la controversia, ya sea refiriéndose a ella directamente en el artículo o respondiendo a sus críticos. Pero proponer el uso de recursos "desperdiciados" no requie-

re más legitimación, dado que tanto la reducción del desperdicio[22] –un potencial riesgo para el ambiente– como la utilización mas efectiva de las plantas para el consumo humano son valores en sí mismos y por sí mismos.

Nótese también que el énfasis en "desperdicio" reduplica el énfasis en lo que hay y en lo que puede hacerse, más que en lo que podría necesitarse. El fuerte uso de números tiene el mismo efecto. Ese doble énfasis en los recursos disponibles y en su desperdicio trae a escena un elemento de irracionalidad que está ligado con los agentes de los cuales los autores pueblan la *Introducción*: la irracionalidad de un mundo que desperdicia parte de las proteínas que produce y que necesita, y la de una industria manufacturera que hasta ese momento ha permanecido insensible a la necesidad de cambio generada por los costos crecientes de la energía. La implicación –aunque no la propuesta explícita– es que la irracionalidad puede remediarse mediante el trabajo de los autores. Al desplegar su juego en torno de la cuestión del recurso desperdiciado y disponible pero no usado (que asocia con agentes prácticos), el texto retoma el lugar común de la ciencia como portadora de la norma de racionalidad.

Situaciones prácticas ligadas con agentes prácticos y ordenadas por contingencias secuenciales constituyen el tejido (contextual) de razones en las cuales la *Introducción* inserta el trabajo presentado. Pero el papel que desempeña la ciencia en la argumentación también sigue una cierta lógica, si bien una lógica que parece ser independiente de la estructura de los parágrafos y del patrón general de organización textual. La *Introducción* enumera varios métodos de recuperación de proteínas que han sido "informados", "propagados", "estudiados" o "demostrados" por la ciencia (parágrafo 3). Entre ésos, tres están calificados en particular en varios puntos de la *Introducción*: la coagulación por calor, el ácido tricloroacético (solo o combinado con la coagulación por calor) y

[22] En algunos países, las empresas industriales que descargan desperdicios de proteínas en aguas públicas están obligadas por ley a separar las proteínas a causa de los potenciales peligros para el ambiente.

la precipitación por cloruro férrico. Los dos primeros son calificados como los que se usan en la práctica, y acarrean desventajas.

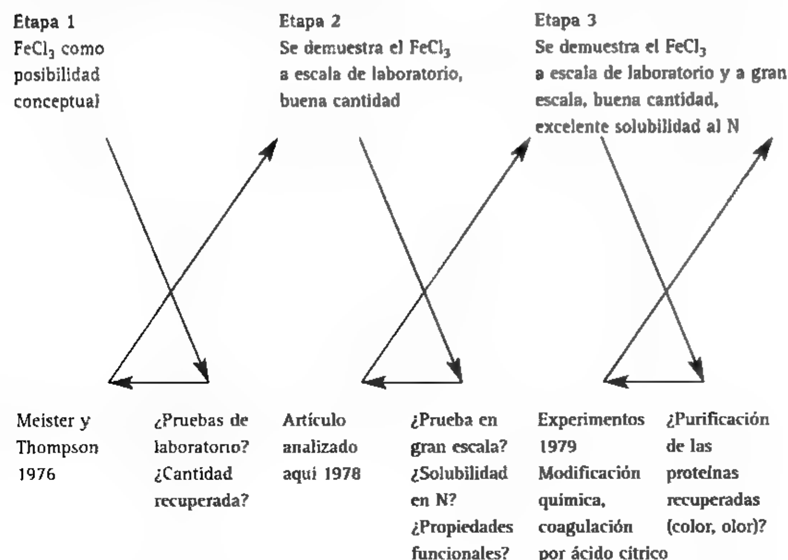
Del tercero –el cloruro férrico– se ha "demostrado" que se compara favorablemente con el ácido tricloroacético en los experimentos de laboratorio y que "podría sumarse" al valor nutricional de la proteína. El artículo demostrará que funciona con bajos costos de energía en la producción en gran escala y da como resultado proteínas de "excelente" solubilidad en nitrógeno. La transición en dos pasos desde la coagulación por calor/HCl al $FeCl_3$ puede extenderse todavía un paso más: un paso al cual el artículo no se refiere, pero que es una preocupación clave en el laboratorio: la purificación de las proteínas resultantes. Sin embargo, el tema es evitado en el artículo debido a los resultados "relativamente insatisfactorios" disponibles cuando el artículo fue escrito, y debido a que había que "ahorrarlo" para publicaciones futuras.

El artículo especifica los dos primeros pasos de esa transformación progresiva de métodos en la *Introducción*. El avance de transiciones secuenciales es asegurado cuando se descalifican y se declaran desactualizados los dos métodos anteriores, y cuando se solidifica la nueva alternativa por medio de la extensión de sus ventajas. De un modo acorde con el tema del artículo, lo que está implicado es un *avance de la tecnología*. La Muestra 5 ilustra las respectivas transiciones.

De esa manera, la *Introducción* inserta el trabajo del autor en una doble trama de tecnología y práctica, esta última mucho más detallada. El mandato para el trabajo es derivado exclusivamente de una serie de demandas prácticas. El artículo se niega siquiera a sugerir un avance de la tecnología que no dependa de la trama de un mejor uso de los recursos prácticos, aun cuando el paradigma de la Muestra 5 (que se presenta *in parvo* en el artículo) se prestaría fácilmente a un papel más dominante. Como cabría esperar, el papel recesivo desempeñado por el marco "científico" –por oposición al "práctico"– es invertido en los artículos clasificados como ciencia básica.[23]

[23] Compárese, a este respecto, el análisis de un artículo científico más básico hecho por Bastide (1981). En una versión anterior del artículo, Bastide demuestra la emer-

Muestra 5. El proceso de la tecnología de la cual se presentan dos etapas en el entramado científico del artículo



El punto aquí es que la trama de doble hilo de la *Introducción*, no importa hacia qué lado se incline, es una construcción de contexto que reemplaza las circunstancias de la acción práctica encontradas en el laboratorio. Si bien el artículo científico es una descontextualización con respecto a las circunstancias prácticas y a las idiosincracias locales de la acción científica, al mismo tiempo le aporta al lector una recontextualización, que se encuentra en la *Introducción*.

Igual que el razonamiento de laboratorio que hemos escuchado, el argumento de la *Introducción* lanza un recurso y cuidadosamente delimita el espacio y el tiempo en el cual se lo ubica. El espacio es el

gencia de nuevos objetos semióticos vía la transformación progresiva de los fenómenos biológicos desde el estado de posibilidad conceptual al de existencia probada, a partir de lo cual una nueva demanda de concebir el mecanismo que genera los fenómenos lleva a una nueva posibilidad conceptual.

de las circunstancias prácticas que, sean "mundiales", de "los Estados Unidos" o de "diversos países europeos", rodea la producción y la recuperación de proteínas. El tiempo es el de un presente caracterizado por el aumento de los costos de la energía, y un posible futuro (en los Estados Unidos) en el cual las proteínas desperdiciadas sean recuperadas, y eso se haga en forma más efectiva que en el presente (en Europa). El recurso, sin embargo, ya no es más un recurso *para* los científicos, convertible de diversas maneras dentro de la red de relaciones en las cuales ellos aparecen entretejidos. En el contexto creado por la *Introducción*, una de esas conversiones ya se ha cumplido: el recurso ha sido transformado en un recurso para los generalizados agentes prácticos de los cuales la *Introducción* está poblada.

6. La administración de la relevancia

En cualquier conversación, el aporte de un hablante en un punto dado del tiempo generalmente se propone –y espera ser oído como tal– como relevante respecto del intercambio precedente, o de la dirección acordada de la conversación. Para resumir lo que ocurre en la sección introductoria de un producto científico como el artículo publicado, debemos decir que él sirve para *administrar la relevancia* mediante una (re) construcción de la *etapa previa* y de la *dirección* del intercambio en el cual se inserta. En primer lugar, los autores han establecido que ellos *tienen* algo relevante para decir, dada su descripción del estado de la cuestión existente *antes* de su aporte. De esa manera, se legitima su derecho a insertar su enunciado en las *scripturas* de un campo mediante la publicación. En segundo lugar, los autores tratan de indicar cómo su enunciado es relevante. Por ejemplo, ellos se han servido del recurso de la contingencia secuencial en la trama práctica para sugerir al lector, paso por paso, cómo el $FeCl_3$ puede ser convertido en activos para una variedad de agentes cuyo interés invocan: los Estados Unidos, que podrían usar sus plantas y proteger su ambiente más eficazmente, o la industria procesadora de papas que podría sacar provecho de unas pro-

teínas mejor y menos costosamente recuperadas. Tercero, argumentado en términos de costos de energía, solubilidad en nitrógeno y valor nutricional, los autores invitan al lector a preferir el cloruro férrico que se desempeña mejor en esos tres aspectos, implicando que otras variables comentadas en la sección de *Resultados*, tales como la capacidad de absorción de los precipitados, pueden ser vistas como más importantes que otras pese a que no se haga una recomendación explícita.

Nótese que estamos hablando de *administración* de la relevancia. La relevancia práctica elaborada en la *Introducción* es, antes que nada, un fenómeno del discurso acerca de la práctica, no un fenómeno de la práctica misma. Con ello quiero significar que las relaciones de recursos generalizadas que integran a los científicos, a la industria procesadora de papas, a una población que se beneficia con más y mejores proteínas o a los Estados Unidos, que se benefician con menos desperdicios, no tienen correlato en la interacción práctica de los científicos. Tampoco las reales conexiones transcientíficas de los científicos tienen un correlato en la *Introducción*. El razonamiento de recursos que es parte de un artículo científico es una *jugada* en esos terrenos, no una representación de ellos.

Para ser aceptado para su publicación, ese razonamiento de recursos debe proveer un *libreto verosímil* para (en este caso) la acción práctica, y no un guión que haya sido o que será realizado. Si bien en el laboratorio se ha encontrado el mismo tipo de razonamiento, la conversión que ha tenido lugar ha avanzado a un nivel vacío de corroboración social mediante la puesta en acto y la negociación de las respectivas relaciones. Más precisamente, la relevancia administrada en la *Introducción* no tiene correlato en la acción social que no dependa de nuevas conversiones a través de la respuesta práctica de aquellos a quienes el artículo logre interesar.

7. La historia del laboratorio continúa

> R. había usado proteínas OIA para un intento de filtrar y retirar el Fe (para la prueba con las ratas) en escala de laboratorio, pero el intento

> no funcionó porque el vacío del proceso de filtrado no era lo suficientemente fuerte. Originariamente dijo que congelaría el material, después se detuvo porque era un lío. El intento de retirar el Fe funcionó (pero no demasiado bien) en el lab-P el viernes, y después de eso estaba tan enojado con la terrible proteína gelatinosa que decidió centrifugar una analogía en el lab-P (¿) en menor escala y ver qué sucedía, que pasara lo que pasara. R., de todos modos, no creía realmente que iba a funcionar, dado que lo había intentado en una escala muy pequeña y sin ácido cítrico y no había funcionado. Además, R. piensa que centrifugar no es una solución ideal dado que en una escala técnica supone muy altos... (etcétera).

La cita anterior es un comienzo no editado de mis notas de laboratorio, fechada el 18 de abril de 1977, y alude a investigaciones que siguieron la decisión de trabajar con el cloruro férrico. La cita es parte del resumen de un día de trabajo, una anotación apresurada y no un relato literal de lo que R. realmente dijo e hizo. Pero si atendemos al artículo científico (y, específicamente, a las secciones que siguen a la *Introducción*) buscaremos en vano algo que se aproxime, aunque sea remotamente, a ese resumen. Desde luego no encontraremos nada en el artículo publicado que se corresponda con la serie de experimentos sobre la remoción del hierro de los concentrados de proteínas a los cuales la nota anterior (y muchas otras) se refieren.[24]

Nuestro objetivo es extender el análisis del científico como razonador literario, de la *Introducción* del artículo a la sección *Métodos y resultados*, y seguir más las transformaciones entre el razonamiento de laboratorio y su presentación escrita. De todos modos, dada la falta de correspondencia, que he indicado, esta tarea se vuelve un cometido insensato. ¿Cómo podemos comparar lo incomparable en términos de secuencia, espaciamiento, referencia y aun de contenido? En el caso de la *Introducción*, esa tarea se vio facilitada debido a que los científicos

[24] La única referencia que encontramos a ese esfuerzo es una nota manuscrita añadida a la página 10 de la primera versión del artículo (véase Apéndice 1). Dice: "El contenido de hierro de este concentrado podría reducirse al 1% por Fe(dm)". Pero la nota no sobrevivió a las subsiguientes modificaciones.

justificaron su elección de un nuevo foco de investigación con una multiplicidad de razones, de las cuales la *Introducción* ofreció un equivalente. Es precisamente la falta de un equivalente de este tipo en las secciones subsiguientes del artículo lo que crea la dificultad.

Hemos visto que la *Introducción* del artículo científico es una recontextualización co-producida, de doble trama, cuya función como discurso es administrar la relevancia del texto. Una recontextualización presupone alguna forma de descontextualización. En el artículo no encontramos huellas de los agentes, las relaciones y las preocupaciones que permearon el razonamiento de los científicos en el laboratorio. Los *Métodos y resultados* continúan con esa estrategia de descontextualización, pero no proveen ninguna otra recontextualización. En cambio, las caracteriza una notoria evitación de argumentos que puedan fundamentar sus acciones.

Permítaseme ilustrar esa descontextualización considerando primero más de cerca las operaciones de laboratorio a las que se hace referencia en la sección denominada *Métodos y materiales*. Las notas tomadas en un laboratorio nos proveen de una "descripción de acciones" completa,[25] esto es, de una presentación de las tareas y los quehaceres científicos que dominaron la escena del laboratorio. Que esas tareas rara vez estén especificadas enteramente es algo que se hace visible por las constantes interpretaciones y (re)negociaciones: el espacio creado por la indeterminación de la acción de laboratorio es llenado con un razonamiento sobre "lo cierto" y "lo que debe hacerse". Más precisamente, la escena está dominada por lo que *podría* ser cierto, y lo que *debería* o *podría* hacerse. Veamos un ejemplo del trabajo al cual se refiere el artículo.

La fecha es el 9 de febrero de 1977, un día antes de la segunda vuelta de los experimentos de recuperación en el laboratorio de gran escala. Dietrich se ha enterado, a través de un llamado telefónico de

[25] En su teoría de la estructura narrativa, Van Dijk usa ese término para cualquier descripción en la que todas las oraciones se refieran a la performance de un curso de acción. Una acción completa incluiría intenciones, propósitos, razonamientos, procedimientos, etc. Véase Van Dijk (1974: 29, 41).

Jackie, su superior en el laboratorio, de que Watkins finalmente había accedido a permitirles que usaran el laboratorio de gran escala "después de plantear muchísimas dificultades". Los experimentos se fijan para el día siguiente, lo cual los pone, según su propio relato, bajo considerable presión. Sólo circunstancias extremas podrían alterar la fecha fijada por Watkins. Además, ellos agradecen cualquier oportunidad de usar el laboratorio. Mis notas continúan el relato:

> De acuerdo con Dietrich, lo primero que hay que hacer es conseguir la bentonita (un agente absorbente) necesaria para las pruebas. Él la va a buscar... Cuando regresa, sólo después de unas dos horas, dice que no encontró nada en el cuarto de almacenamiento ni en ninguno de los laboratorios que habitualmente la usan. También dice que se da cuenta de que la bentonita podría ligarse con las proteínas. En ese caso podrían correr un riesgo, ya que el efecto es pH dependiente, pero no le gustaría correr el riesgo.
>
> El problema es discutido entre los presentes. Anderson sugiere que prueben con carbonato de calcio, uno de los más importantes absorbentes que en general se usan. Dice que una vez lo usó para separar proteínas de otros ingredientes, y que funcionó perfectamente. El mayor problema es que el carbonato de calcio probablemente contaminará las proteínas. Deciden ver primero cómo resulta, y luego tratar de deshacerse del carbonato de calcio. El segundo problema es decidir en qué punto del proceso agregar el carbonato de calcio. Si se lo agrega antes de que hagan los tratamientos separados con HCl y $FeCl_3$, pueden comparar las nuevas proteínas precipitadas con las viejas (en las que no se había usado un agente absorbente) y ver qué se ha ganado, si es que se ha ganado. Si el carbonato de calcio se agrega al comienzo, se ligará con el almidón y será removido junto con él durante la centrifugación. Agregarlo más adelante en el proceso se correspondería mejor con las condiciones que tienen en la práctica, pero eso plantea temores en lo referente al color.
>
> Además, no es seguro que el carbonato de calcio pueda ser sacado. En todo caso, eso implica usar el Sharpless (centrífuga de gran escala y alta velocidad) por segunda vez, y hay que convencer a Kelly (el técnico que dirige el laboratorio de gran escala) de que dé su consenti-

miento. Si Kelly dice que eso no se puede hacer, no habrá manera de hacerlo cambiar de idea.

Una tercera posibilidad sería agregar el carbonato de calcio después de la separación en diferentes tratamientos, e ir al Sharpless con sólo la mitad del producto. Dietrich dice que no se atrevería a hacer eso con bentonita. Dado que había leído que pequeñas fracciones de las proteínas son responsables del efecto de reducción de volumen (obtenido en otra serie de experimentos que se estaban realizando), piensa que la bentonita podría ligarse justamente con esas fracciones inhibidoras de las proteínas, caso en el cual se obtendrían artefactos [...] (2-9/11).

No es necesario extender el ejemplo para ilustrar la clase de opciones razonadas dentro de la cual las actividades del laboratorio son temporariamente estabilizadas, y los modos en los cuales lo que se selecciona es contextualmente contingente a situaciones locales y a la dinámica de la interacción local. Nótese que, en principio, *no hay diferencia* entre la selectividad razonada de las acciones del laboratorio en relación con un experimento y la selección razonada de un nuevo foco de investigación ilustrada antes. Las acciones razonadas involucradas en el proceso de la producción científica no son más que extensiones de las selecciones razonadas que los científicos califican como comienzo; pueden ser más afinadas y detalladas, pero por lo general no son más consecuenciales que la adopción de una decisión inicial. Hacer esa diferencia es la tarea del *artículo* científico, que distingue estrictamente entre administración de la relevancia y garantía, a través del razonamiento de recursos de la *Introducción* y del proceso de producción (de la sección de *Métodos*) de lo que ha sido garantizado y declarado como relevante.

8. La versión del método en el artículo

Si volvemos ahora del laboratorio al artículo científico, nos encontraremos en un mundo diferente. El mundo de los *Métodos y materiales* es un lugar lleno de marcas de instrumentos, listas de materiales y descripciones de procedimientos que no están atados por otra cosa que por la secuencia. En el artículo, el método no tiene una estructura dinámica propia: ningún problema, ningún recurso para transformar problemas, ningún interés de fusión o fisión para ejecutar las operaciones.

Pese a estar redactado en pasado, el método se parece, más que ninguna otra cosa, al recitado de una fórmula. Encontramos, no tareas de laboratorio, sino una lista lacónica de pasos dados. Más que selecciones razonadas en las cuales las acciones del laboratorio están insertas y estabilizadas, encontramos un catálogo de manipulaciones secuenciales despojado tanto de contexto como de fundamentaciones. En lugar de un relato de las negociaciones sociales de agentes particulares mediante las cuales se hicieron las elecciones del laboratorio, nos encontramos con un registro selectivo de los resultados transitorios de esas negociaciones, permeado por la particularización técnica. En suma, el método es presentado como un diagrama de flujo de selecciones disfrazadas de *no selecciones* por la falta de contextualización relevante.

Seamos más específicos en cuanto a qué queremos decir con esa falta de contextualización relevante. Evidentemente, no esperaríamos que un artículo científico detalle los intereses personales y las negociaciones interpersonales que sostienen la fábrica del conocimiento.[26] Hemos visto que en un sentido el artículo científico es un ejercicio de despersonalización. Sin embargo, no está claro por qué el artículo debería negarse rígidamente a incluir en su "informe" del proceso de laboratorio cualquier justificación o problematización técnica. En otras palabras, no es obvio por qué la selección de un determinado instrumento técnico, la composición de ingredientes químicos, la temperatura, la duración de un proceso experimental o el intervalo entre mediciones no tenga que ser justificado en términos técnicos, ni por qué los problemas relevantes no deban encontrar su lugar en un "informe" de investigación.

[26] Aun cuando esos intereses están conectados a traducciones de decisiones en el laboratorio, como se argumentaba en el Capítulo IV, y por lo tanto *son* relevantes para el tipo de resultados que se construyen.

Cada referencia a un aparato o sustancia química en la sección *Materiales y métodos*, así como cada cifra citada, representa el resultado de una elección técnicamente justificable. Sólo unas pocas de esas elecciones son preferencias estándar, tales como los métodos sancionados por la Association of Official Analytical Chemists usados para determinar las composiciones químicas. Algunas de esas opciones involucraron varios meses de pruebas y modificaciones, como cuando varios agentes absorbentes fueron examinados entre el 29 de enero (primera referencia a "el problema") y el 11 de abril (decisión final), y finalmente rechazados en favor de algún procedimiento alternativo.

La mayoría de los procedimientos que llevaron a la acción desnuda que aparece en el texto dejaron huellas en protocolos de laboratorio, en los cuales las justificaciones técnicas por lo general son minuciosamente documentadas. La Muestra 6 reproduce un ejemplo, tomado del libro de protocolo oficial de los técnicos que realizaban aquellos análisis químicos que no eran provistos por los laboratorios de servicios. El ejemplo se refiere a un método de extracción de lípidos por hidrólisis de HCl que debió ser modificado debido a los problemas que se encontraron. No hace falta decir que en el artículo no se dan razones para la modificación.

Evidentemente, no es factible incluir en una publicación científica el relato completo del razonamiento, o de las acciones hechas y deshechas que llevan a una selección que, en términos del producto anunciado en el artículo, es la final. El punto aquí no es que *toda la historia* esté faltando.[27] Sino que *cualquier* argumento (técnico) que explique la elección (final), así como cualquier problematización de posibilidades alternativas, es rígidamente evitado en la sección del artículo que se propone informar sobre los procedimientos de laboratorio. Comparado con el trabajo relevante del laboratorio, donde la *adopción* de las selecciones domina la escena, el artículo ofrece una

[27] Comparado, por ejemplo, con las notas detalladas de un observador. Evidentemente, no hay final absoluto para la historia que se podría contar sobre una acción en marcha como la del laboratorio.

Amended Procedure for Extraction of Hydrolyzed Fat*:

Transfer the mixture to a 125 ml separatory funnel.
Using 25 ml ether in 3 portions, rinse the tube into the funnel. Stopper and shake vigorously, venting often initially, for 1'. Add 25 ml PE petroleum ether bp 30-60°C (Skelly F), cap, and shake vigorously 1'. Centrifuge in [illegible] bottle at 500 rpm GSA (40×G), 10' ⇒ upper layer: clear ether extract; lower layer: H_2O/alcohol fraction.
With a pasteur pipet, draw off the upper layer into a funnel with stem packed with cotton to permit only the passage of clear extract into the tared boiling flask.
Re-extract the slurry twice as above, but use only 15 ml portions of each ether. Collect extracts into the same flask.
Finally, rinse the funnel with a few mls of ether-PE mixture (1:1) into flask.
Evaporate the ethers as described.

* Rationale:
A dry run using reagents only and the sep funnel, proceeded smoothly. However, problems were encountered when the first material, [illegible] (rice), was attempted. A murky, possibly imaginary interface appeared only after ~1½ hrs, separating an opaque purplish upper layer which did not clear, from a blackish lower layer. Further, the "interface" couldn't be seen moving when the outlet was opened to draw off the lower fraction. Lastly, filtration of the extract (drawn from the top of the sep funnel) proved impractical: the cotton plug was overloaded with particulate matter almost immediately.
The same occurred with potato products, on occasion, though not with soy. In the latter case, the clear ether fraction which separated did so incompletely, for the volume recovered appeared far less than the 50 or 30 mls added. ∴ Centrifugation seemed appropriate to recover maximally the ether fraction in all three materials.

Reference: AOAC Official Methods of Analysis, 1975. Procedure 14.019 (Wheat Flour)

SIGNATURE DATE

Read, Understood, and Witnessed by Date

Muestra 6. Fundamentación de la modificación de un procedimiento en el protocolo de laboratorio

Transcripción

Fundamentación

Se lo puso a funcionar en seco usando sólo reactivos y el embudo, y se desarrolló sin problemas. Sin embargo, se encontraron problemas cuando se intentó con el primer material, 286-6A (arroz), también se intentó 6B, C. Una interfase oscura, posiblemente imaginaria, apareció sólo después de cerca de una hora y media, separando una capa superior opaca, violácea, de una capa inferior negruzca. Además, no se pudo ver moverse a la "interfase" cuando se abrió la salida para drenar la fracción de abajo. Finalmente, el filtrado del extracto (sacado de la parte de arriba del embudo) resultó ser poco práctico: el tapón de algodón se recargó del material particulado casi instantáneamente. Lo mismo ocurrió ocasionalmente con los productos de papa pero no con los de soja. En este último caso, la fracción clara de éter que se separó lo hizo de modo incompleto, ya que el volumen recuperado apareció muy inferior a los 50 o 30 ml agregados. El centrifugado pareció apropiado para maximizar la recuperación de la fracción de éter en los tres materiales.

descripción residual curiosamente expurgada, constituida más por lo que *no* está en juego en la investigación (como las marcas de los aparatos o los orígenes de una técnica) que por lo que sí lo está.

Además, esa descripción residual está sumamente tipificada. Como se sugiere en ejemplos anteriores, los experimentos de recuperación de proteínas referidos en la sección *Métodos* fueron realizados tres veces en cinco meses, cada una en diferentes condiciones ambientales como respuesta a diferentes demandas, más que como repeticiones lisas y llanas. Consiguientemente, diferentes cuestiones y relevancias estructuraron el trabajo, y también se encontraron y se encararon diferentes problemas.

Por ejemplo, la primera serie de experimentos estuvo dominada por la cuestión de si el procedimiento "funcionaría" y si aportaría suficiente cantidad de las proteínas deseadas. La serie incluyó otras dos

fuentes de proteínas de plantas que fueron comparadas con las proteínas de la papa, pero que no están mencionadas en el artículo. La segunda serie se centró en torno de los esfuerzos por purificar las proteínas, para los cuales la recuperación constituía una prerrequisito necesario pero no interesante. La tercera serie usó agua de desecho real, no simulada, y se centró en diferentes métodos de purificación.

Los problemas tendieron a reflejar esas diversas cuestiones. En el primer caso, los principales problemas parecieron ser los de mantener bajo control el proceso, lo cual significaba, entre otras cosas, asegurarse de que se obtuviera realmente la temperatura deseada, o de que la manipulación instrumental de las diferentes proteínas fuera "comparable". Los científicos pasaron la mayor parte de su tiempo tratando de impedir que las cosas salieran mal, o arreglando cosas que habían salido mal (tales como el súbito desarrollo de espuma, para el cual los técnicos no estaban preparados y que les creó problemas con sus instrumentos). La estandarización de los procedimientos entre los diferentes técnicos participantes resultó ser otra preocupación importante.

En el segundo caso, todos los problemas visibles tuvieron que ver con la purificación, y con ese cambio de foco los científicos, al parecer, se despreocuparon de cualquiera de los "problemas" anteriores. La tercera serie de experimentos estuvo caracterizada por una desproblematización general. La cuestión seguía siendo la purificación, pero no se esperaba que el procedimiento que se estaba probando creara dificultades en el trabajo.

Por cierto, todas esas series experimentales incluyeron diseños "comparables" respecto de la recuperación, y de allí que dieron como resultado las "mismas" proteínas, con variaciones atribuidas a errores de medición. El argumento aquí no es que la descripción residual del artículo sea un fraude, sino que está basada en la tipificación. La secuencia de pasos resumida en el artículo es una representación promedio, normalizada, en la cual muchas de las particularidades y las exactitudes del laboratorio se omitieron o se transformaron.

Podemos ilustrar esa transformación comparando otras dos páginas de los protocolos del laboratorio con la descripción final de los

procesos de recuperación incluidos en el artículo. La primera página es un ejemplo de notas manuscritas de un científico tomadas durante una de las vueltas del experimento. La segunda es uno de los muchos cuadros preparados y modificados antes, durante y después de las pruebas. La tercera parte del cuadro es la Figura 1 de la sección *Métodos* del artículo, introducida por los científicos como un diagrama de flujo "simplificado". La comparación entre los tres nos ofrece un vislumbre de la clase y el monto de la "simplificación" (véase Muestra 7).

En suma, podemos decir que la evitación del razonamiento y la tipificación de la versión del artículo del método convierte el "camino" (o método) del laboratorio dolorosamente construido en una *consecuencia natural* del objetivo general del trabajo y del razonamiento contenido en la *Introducción*. El razonamiento de doble trama de la *Introducción* es el único lugar al cual podemos acudir en busca de una respuesta a la pregunta de "por qué" con respecto a una selección metódica. Pero claramente el razonamiento de la *Introducción* no contiene las respuestas a esas preguntas. Si bien la elección de un foco de investigación argumentada en la *Introducción* impregna las decisiones tomadas en el subsiguiente trabajo de laboratorio, también implica que una escena de acción es vuelta a montar, con renovadas indeterminaciones que exigen nuevas selecciones.

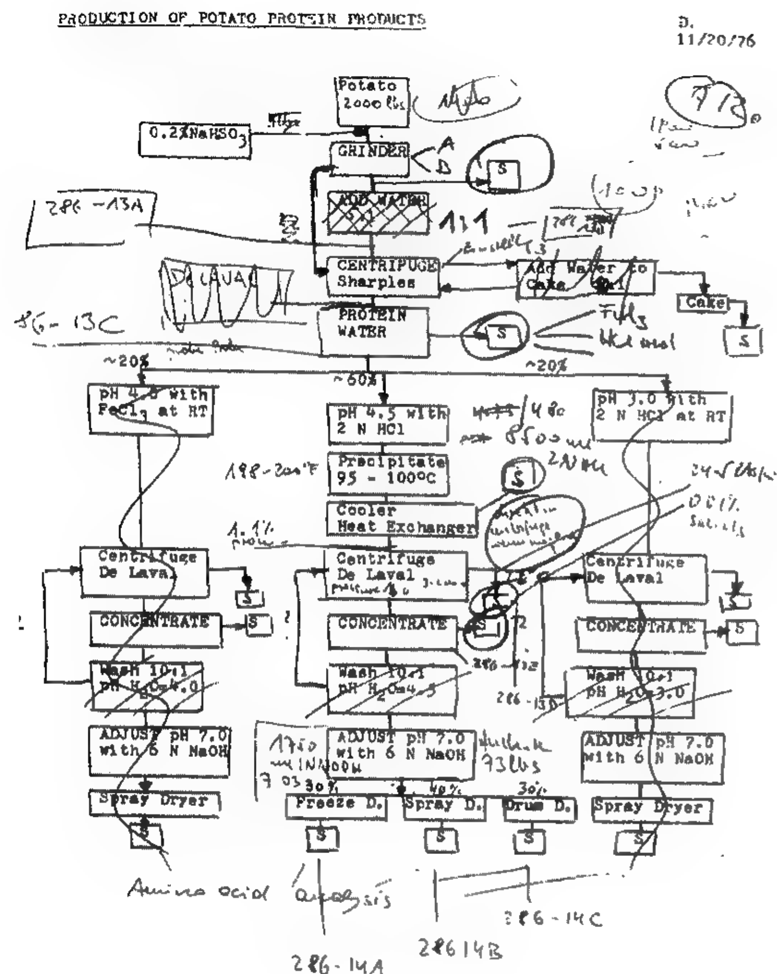
De esa manera, las selecciones razonadas del laboratorio no pueden deducirse de la elección de un foco de investigación, y la ausencia de fundamentación alguna de las decisiones de la sección *Métodos* no es remediada por la fundamentación de la investigación que se encuentra en la *Introducción*. Esa no tematización de la selectividad con respecto a la producción del proceso de investigación bien podría desempeñar un papel en nuestra tendencia a creer que sólo el tema de la investigación, y no la ejecución "externa", es materia de elecciones y de negociaciones de tipo social. Esta negativa a tematizar la selectividad no sólo impide al observador percibir y analizar las operaciones constructivas del laboratorio sino que también hace más difícil para otros científicos evaluar la tarea.

SIGNATURE

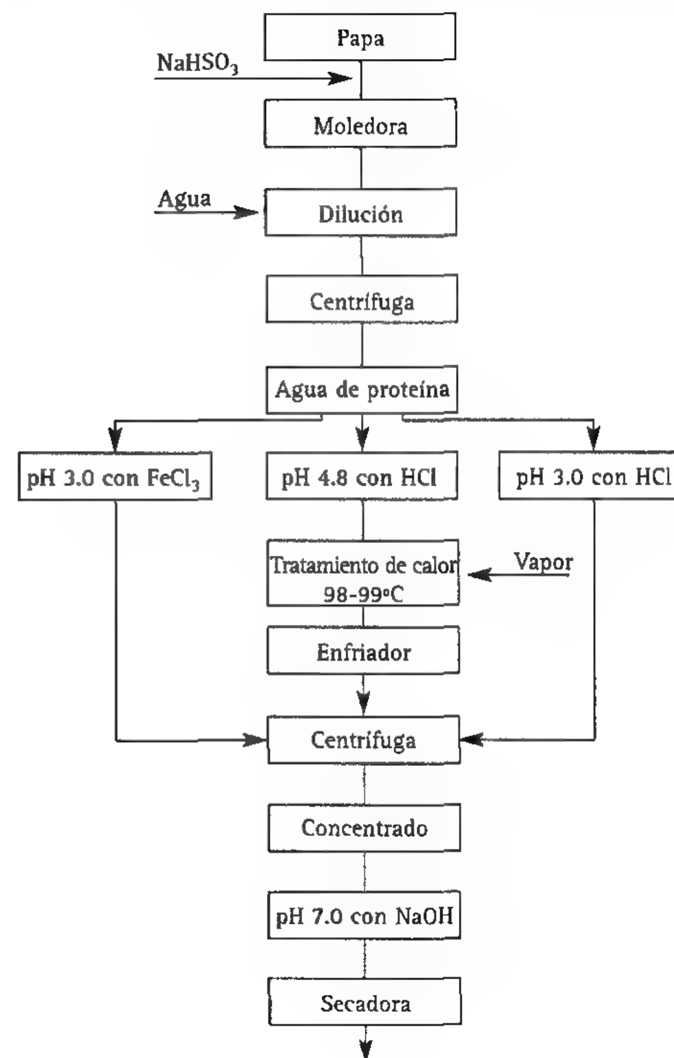
Read, Understood, and Witnessed by

DATE 22/11/76

Date



Muestra 7. Ejemplo de carta del flujo usada y de notas tomadas durante la experimentación y diagrama de flujo publicado en el artículo científico



9. Resultados y discusión

No debería sorprender que la sección denominada *Resultados y discusión* continúe con la tendencia fijada por la sección sobre *Métodos* al negarse a proponer ninguna otra fundamentación de las decisiones que la especificada en la *Introducción*. Y eso, también, crea una realidad separada que es cuando menos residual respecto de la realidad del laboratorio. La realidad de la sección de *Resultados* (véase Apéndice 2) no es invocada por una recitación formulística de los pasos de procedimiento, sino por enunciados de similitud y diferencia, entremezclados con ocasionales evaluaciones comparativas. Esa distintividad, sin embargo, no tiene equivalente en ningún tramo parecidamente distintivo del trabajo de laboratorio. Mientras que es posible rastrear esas momentáneas cristalizaciones de determinación en el laboratorio por las cuales los científicos marcan el comienzo de una nueva línea de investigación (y que son recontextualizadas en la *Introducción*), distinciones como las de "métodos", "resultados" y "discusión" están irremediablemente mezcladas. Los científicos observados no realizaron primero los experimentos, luego obtuvieron los resultados y finalmente los interpretaron. Las construcciones metódicas del laboratorio son actividades razonadas, que implican acciones interpretadas, discutidas (y de esa manera negociadas) e impregnadas de decisiones. Además, esos procedimientos proceden con respecto a, y en términos de, los resultados de la construcción metódica.

Los métodos y los resultados dependen unos de otros de una manera muy simple. Por ejemplo, cuando le pregunté a un científico si algunos valores que había obtenido en un experimento anterior no se habían mostrado erróneos a luz de los resultados de un nuevo método que había probado, me dijo:

> Usted tiene que dejar de pensar en términos absolutos. El contenido de agua de una sustancia depende del método elegido, del tiempo, de la temperatura, y demás. En general, uno seca entre tres y cinco horas a 105°; si el secado se hace durante 30 horas a 150°, entonces uno tiene un mayor contenido de agua...

La lección aquí fue que los resultados son siempre resultados de determinadas selecciones metódicas (lo cual sólo dice que son construidos). Lo que se obtiene no es independiente de *cómo* es obtenido, aunque puede ser separado y removido de su construcción para asumir una realidad por cuenta propia. Para los científicos, la relación entre métodos y resultados era una parte vital de su razonamiento. Se elegían métodos con vistas a los resultados previstos o pretendidos, y también se rechazaban resultados a causa de los métodos usados para obtenerlos. Divorciar los métodos de los resultados es la tarea del artículo, así como exorcizar de las acciones enunciadas en la sección *Métodos* la selectividad y el razonamiento.

Esa tarea se logra por una específica forma de argumentación mediante similitud y yuxtaposición, que está –y éste es el punto interesante– fuertemente restringida con respecto a los fenómenos admitidos para la comparación. En su mayor parte, los resultados se limitan a remitirse unos a otros, en parcial acuerdo con el objetivo declarado del artículo, que era "comparar" y "evaluar":

> Las diferencias compositivas en el precipitado de PPC mediante diversos métodos incluyeron más proteína cruda en el precipitado de calor por HCl, mayor vitamina C y cenizas en los precipitados a temperatura ambiente (HCl, $FeCl_3$) y mayores valores de Fe en el precipitado $FeCl_3$... (11. 89 ss.).

O se los remite a resultados publicados en trabajos anteriores:

> Aun cuando los experimentos de laboratorio realizados por los autores indican que se recuperaría una cantidad levemente menor de proteínas a pH 4,0 (Figura 2), Meister y Thompson (1976) mostraron que la precipitación de $FeCl_3$ produjo máxima recuperación a pH 4,0 (11. 32 ss.). El aumento del contenido de cenizas asociado con la precipitación por HCl a temperatura ambiente también fue observado por Meister y Thompson (1976), quienes señalaron... (11. 42 ss.).

Nótese que no se sacan conclusiones de esas comparaciones. El componente evaluativo está presente sólo en unos pocos enunciados que evidencian, con la característica tibieza, el apoyo a la preferencia de la *Introducción* por el cloruro férrico.

> Los experimentos de laboratorio mostraron que el $FeCl_3$ se comparaba favorablemente con el tratamiento HCl/calor a pH 2-4 con respecto al monto de proteína coagulable recuperada por el agua de proteínas (Figura 2) (11. 3 ss).

Pero en un enunciado posterior, aun esa preferencia es calificada:

> El precipitado de CPP a temperatura ambiente con HCl y $FeCl_3$ sería más apropiado para consumo humano si se redujeran los valores de ceniza (11. 45 ss.).

Las explicaciones, como las evaluaciones, son raras. Entre las 101 líneas de los *Resultados y discusión* sólo una oración ofrece una explicación tentativa, y una sola se refiere a patrones de influencia. En el parágrafo final, de resumen, cada oración contiene una noción de similaridad y de diferencia, aunque no saca conclusiones. Como se mencionó antes, la última oración relega la "selección última de un método de precipitación" a un futuro análisis comparativo de una serie de parámetros, incluidos aquellos no investigados en el artículo.

En suma, podríamos decir que la sección *Resultados y discusión* efectivamente *niega* la interdependencia de los métodos y los resultados con el razonamiento reglado del laboratorio al *no* referir los resultados a los procesos de producción, sino a otros resultados. Además, el razonamiento en términos de similitudes y diferencias encontrado a lo largo de *Resultados y discusión* establece la escena para conclusiones futuras. Pero curiosamente esas conclusiones no se extraen. De hecho, explícitamente se las desautoriza. Finalmente, *Resultados y discusión* utiliza algunos estudios previos en sus comparaciones de resultados individuales, pero nuevamente sin extraer conclusiones y

sin buscar una explicación en aquellos casos en los que se observa una disimilitud. El patrón se adecua bien a la imagen estereotipada según la cual la ciencia presenta los "hechos" que otros pueden usar para tomar decisiones. Pero ese patrón no puede ser atribuido enteramente a la estrategia de los autores. Si bien la "factualización" de resultados, al negarse a referirlos a los procesos de producción, es un rasgo que está presente aun en la primera versión del artículo, la evitación de conclusiones no lo está.

10. De la primera versión a la última, otra vez

Ahora que hemos analizado la versión final de lo que el artículo presenta como los *Métodos y resultados* del trabajo de laboratorio, preguntémonos de nuevo cómo esta versión final (Apéndice 2) difiere del primer borrador oficial del autor (Apéndice 1). En ambas secciones del artículo aquí comentado las diferencias son menos notorias que las encontradas en la *Introducción*. Y, a diferencia de lo que vimos en aquélla, los cambios de la versión final no van en contra de la retórica original de la presentación. La versión final de las secciones sobre *Métodos y resultados* refuerza, más que disimular, las estrategias originales.

Por empezar, la sección sobre *Materiales y métodos* es, de esa manera, idéntica en ambas versiones. Los cambios se limitan a desdoblar algunas oraciones largas, a insertar dos enunciados originariamente incluidos en la sección de *Resultados* y a cambiar unas pocas referencias y algunos detalles de la medición. El aspecto más interesante de esos cambios es que dos enunciados de razonamiento y de propósitos presentes en la primera versión fueron completamente eliminados de la segunda. Así, la primera versión decía:

> Dada la inconveniencia de transportar una solución diluida y a causa de los posibles cambios de composición, *se decidió simular el agua de procesamiento en la planta piloto a fin* de comparar diferentes métodos de precipitación (11.3 ss., cursivas mías).

En la versión final se lee:

> *El agua de procesamiento de papas fue simulada en la planta piloto* (1. 3, mis cursivas).

De un modo semejante, este enunciado de la primera versión:

> La pasta aguada fue diluida con agua (aproximadamente 1:1) y centrifugada [...] *para extraer* el almidón (11. 13 ss., cursivas mías).

es privado de su propósito en la versión final:

> La pasta aguada fue diluida con agua (aproximadamente 1:1 v/v) y se extrajeron los sólidos insolubles mediante centrifugado (11. 11 ss.).

El rasgo más llamativo de la sección de *Métodos* fue evitar toda fundamentación de decisiones y, más en general, toda tematización de la selectividad razonada referida a las actividades metódicas del laboratorio. Esta evitación se vuelve completa en la versión final.

La versión final de los *Resultados y discusión* mantiene esa tendencia a reforzar un modo previo de presentación, en este caso, la argumentación relacional y comparativa. La primera versión de *Resultados y discusión* se extiende mediante la inclusión de algunos detalles de medición no disponibles previamente, el agregado de nuevas comparaciones y una re-redacción en términos simétricos de lo que previamente había sido una preferencia clara o una conclusión.

Por ejemplo, el último pasaje de la primera versión enunció una preferencia por el cloruro férrico:

> Las *ventajas* del tratamiento con $FeCl_3$ son la reducción de los costos de la energía dado que el agua de proteínas no tiene que ser calentada a 95-100º; y una excelente solubilidad en nitrógeno del CPP resultante" (11. 61 ss., cursivas mías).

Nótese que la preferencia todavía es presentada como *razonada*. En la versión final, sin embargo, el pasaje trata nada más que de las diferencias y las similitudes entre diversos procedimientos de precipitación y sus resultados, tomándose el cuidado de balancear los resultados "positivos" (por ejemplo, vitamina C más alta) con las contrapartidas "negativas" (por ejemplo, ceniza):

> Las diferencias entre esos métodos de precipitación incluyen el insumo de energía requerido para vapor (HCl/calor) y los costos de ingredientes (HCl, $FeCl_3$). Las diferencias de composición entre el precipitado de CPP por los diversos métodos incluyeron más proteína cruda en el precipitado HCl/calor, más vitamina C y cenizas en los CPP precipitados a temperatura ambiente (HCl, $FeCl_3$) y valores más altos en el precipitado de $FeCl_3$..." (11. 87 ss.).

Adviértase que la presentación simétrica de la versión final y su negativa a pronunciar conclusiones no significa que el artículo ya no suponga una preferencia. La *Introducción* se centraba en aspectos tales como los costos de la energía y la solubilidad al nitrógeno, o la adecuabilidad al consumo humano de las proteínas recuperadas. Esas dimensiones se convirtieron en criterios de relevancia mediante los cuales los resultados importantes podían distinguirse de los no importantes. El procedimiento de recuperación favorecido por esos criterios es claramente el mismo que la primera versión del artículo proponía abiertamente como una "alternativa" a los métodos (desacreditados) existentes.

Así, la versión final todavía argumenta en favor de un apartamiento de las prácticas existentes en favor de una alternativa, pero ya no *admite* que lo está proponiendo. Todavía hay una conspiración para derrocar a aquella parte de las *scripturas* que promueve la coagulación por calor, pero el ataque no es anunciado abiertamente. Por el contrario, toma la forma de una guerra de guerrillas, encubierta por estrategias literarias disimuladoras. A partir del ataque abierto de la primera versión podemos llegar a la conclusión de que ese disimulo no es primariamente obra de los autores, sino del resultado de la co-pro-

ducción con los críticos y revisores que condujo a la versión final. También podemos decir que los autores se vieron obligados a entrar en una guerra de guerrillas por la resistencia que encontraron; no era una conspiración táctica por iniciativa propia.

Esa resistencia también desempeñó un papel en el segundo tipo de cambios encontrados en la versión final de los *Resultados y discusión*: la comparación con los resultados de otros estudios. Esos resultados son tomados de la sección correspondiente contenida en una publicación sobre una fuente diferente de proteínas publicada antes por dos de los autores del artículo, y de la sección de resultados de un estudio de Meister y Thompson, al cual el nuevo pasaje alude. Este último estudio es importante, dado que constituye el único precedente relevante para el uso del cloruro férrico como coagulante, si bien en un contexto diferente y con objetivos diferentes. El estudio, en consecuencia, tenía como uno de sus mayores problemas diferenciarse. Para instituir su trabajo como una alternativa e inyectar su palabra en las *scripturas* del área, los autores tuvieron que aliarse con sus predecesores, quienes en algunos respectos habían obtenido resultados similares. Pero al mismo tiempo, tuvieron que diferenciarse de sus predecesores a fin de establecer su trabajo como relevantemente nuevo. La resolución literaria del problema en la primera versión fue evitarlo. La *Introducción* menciona a Meister y Thompson dos veces como fuente de datos específicos para avalar las propuestas del autor, pero su trabajo está enteramente ausente del resto del artículo. En la versión final, Meister y Thompson son mencionados al pasar una vez en la *Introducción*, pero sus datos son puestos en juego varias veces en los *Resultados*. Característicamente, se trata de un rol de consecuencialidad no clara:

> Meister y Thompson (1976) también encontraron que el $FeCl_3$ era más efectivo que el HCl como precipitante de las proteínas de las papas. Informaron que a pH 3,0, el 31% y el 36% de las proteínas fueron recuperadas por HCl y por precipitación de $FeCl_3$, respectivamente. De esos datos también resulta aparente que Meister y Thompson lograron resultados más efectivos con HCl y resultados algo menos efectivos con $FeCl_3$ si se los compara con los resultados del presente estudio (1. 14 ss.). Aunque los experimentos de laboratorio de los autores indican que se recuperaría ligeramente menos proteínas a pH 4,0 (Fig. 2), Meister y Thompson (1976) mostraron que la precipitación de $FeCl_3$ producía máxima recuperación a pH 4,0 (1. 32 s).
>
> El aumento del contenido de cenizas asociado con la precipitación de HCl [...] fue observado por Meister y Thompson (1976), quienes señalaron que el HCl recuperaba más sólidos totales del efluente que la precipitación por HCl/calor (1. 42 ss.).

La versión final deja mucho más espacio para el estudio precedente, pero, en el mejor de los casos, en su mayor parte como una acreditación débil del trabajo, desplazado a la sección de *Resultados*. El nuevo trabajo muestra poco interés en ganar el pleno apoyo del estudio precedente, o en aludir de modo directo a las principales diferencias de enfoque, fenómenos investigados o conclusiones (implícitas). Si en la primera versión el precedente había sido en gran medida eludido, en la final parece que no se lo toma en cuenta, pese a su mayor presencia.

Este curioso logro es, una vez más, el resultado de una forma de compromiso negociado entre los co-productores de la versión final, algunos de los cuales oponían resistencia al interés del autor por diferenciar su propio trabajo del de los predecesores. El ejemplo sugiere un fenómeno que noté en otros escritos de laboratorio: por debajo de su estructura de superficie, el artículo científico pone en escena un *monodrama oculto*,[28] caracterizado no sólo por el tipo de trama literaria encontrada en la primera versión de la *Introducción*, sino más bien por la discusión del autor con determinados otros que tienen algo para decir en las materias encaradas. Más simplemente, mucho de lo que se escribe en un artículo científico se escribe contra otro. Algunas discusiones presentes en el razonamiento del laboratorio parecen estar ocultas en el artículo final.

[28] Uso aquí esas nociones para referirme a la puesta en escena privada por parte de un autor de un argumento con un elenco de personajes que tiende a reducirse a un único adversario que podría no aparecer en este rol ninguna otra vez.

En nuestro caso, la discusión era con aquellos que aportaron el recurso que los autores convirtieron en un artículo científico, es decir, con Meister y Thompson. A través de las resistencias de críticos y revisores, la batalla por la diferenciación se convirtió, como hemos visto, en una guerra de guerrillas. La superficie del artículo publicado está marcada por la fisión oculta de intereses que caracteriza la relación entre los autores y aquellos científicos de cuyos recursos ellos se sirvieron, y de los cuales necesitan diferenciarse.

El artículo científico presenta una visión codificada de la diferenciación que comenzó en las primeras etapas de la investigación, y que aparece en la escritura y en la reescritura del artículo como *estrategia oculta* del texto. El punto aquí es que las selecciones del laboratorio presumen no meramente una fusión de intereses con aquellos para quienes la investigación se propone ser un recurso, sino también una posible fisión de intereses con esos otros científicos de cuyos recursos la investigación ha dependido.

Hemos visto a los actores poner en escena esa fisión en un monodrama privado bajo la cobertura de la trama "científica" de la *Introducción* y el razonamiento simétrico y no concluyente de los *Resultados y discusión*. Y hemos visto la fusión de intereses presumida en el laboratorio transformarse en la estructura profunda de razonamiento de recursos de la trama práctica del artículo. La transformación efectuada en el paso del laboratorio al papel es doble y exhaustiva. La Muestra 8 provee un bosquejo de ese proceso.

11. LA FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN: ¿HAY REGLAS DE CORRESPONDENCIA?

Ahora que hemos comparado de diversas maneras la observación del laboratorio con la primera y la última versión del producto escrito, ¿qué podemos decir acerca del auténtico reclamo del papel de que se trata de un "informe" de investigación? Si el artículo es un informe de investigación, debe haber *reglas de transformación* que lo vinculen

Muestra 8. La proliferación de intereses en el laboratorio y en el artículo, y las transformaciones efectuadas en el paso del laboratorio al artículo

Proceso de laboratorio

Fusión de intereses →	*Fisión de intereses*
$FeCl_3$ como recurso para los científicos en relación con una red de agentes personalmente relevantes con los cuales se presume una fusión de intereses	Diferenciación entre el trabajo anterior de Meister y Thompson y el trabajo nuevo de los autores

El relato del artículo

Fisión de intereses →	*Fusión de intereses*
Diferenciación entre el trabajo anterior sobre coagulación por calor y el nuevo trabajo que señala la nueva alternativa del cloruro férrico	$FeCl_3$ como recurso aportado por los científicos en relación con los cuales se presume una fusión de intereses

con el trabajo del laboratorio. Pero ¿cuáles son esas reglas? ¿Cuál es el vínculo entre el texto científico y el laboratorio? ¿Cuáles son las leyes de legítima expurgación y recontextualización? Y ¿cómo encajan las transformaciones que hemos bosquejado en esas reglas?

Dentro de una lógica de la acción como la que observamos en el trabajo científico, las escenas del laboratorio podrían ser descriptas como cambios de estados intencionalmente provocados por seres humanos conscientes, con razones y propósitos.[29] Evidentemente, los artículos científicos no se proponen proveer una descripción de la acción de ese tipo, que incluya todas las intenciones, los estados y las circunstancias del trabajo de laboratorio. Sin embargo, es tentador su-

[29] Para una lógica de la acción relevante a los relatos escritos de la acción, véase Van Dijk (1974). Cf. Collins (1974, 1975) sobre el conocimiento tácito.

poner que el informe de investigación se propone proveer un sumario o "descripción relevante", limitada a suministrar la información necesaria bajo ciertos criterios de relevancia. La búsqueda de esas reglas de transformación, entonces, puede reformularse como una búsqueda de los criterios de relevancia.

Cuando interpretamos una información, generalmente aportamos aquellas proposiciones que están presupuestas, implicadas, o que son una consecuencia probable de esa información. Así, una probable descripción relevante (sumaria) debería ser tal que contuviera sólo aquella información que no puede ser razonablemente presupuesta, y que no está incorporada ni es una consecuencia razonable de lo que se dice. Y un informe de investigación, como el artículo científico, se convertiría en una descripción que remite sólo a esas acciones, acontecimientos o fenómenos que son inmediatamente relevantes para obtener los resultados técnicos del artículo. En otras palabras, contendría sólo la información necesaria y suficiente con respecto a los resultados "informados", dado un nivel cualquiera de conocimiento presupuesto en el auditorio.

Nótese que esto autoriza al artículo para dejar aparte la historia del origen analógico de la investigación en el laboratorio. Sabemos que el artículo reubica ese origen en la *Introducción* como parte del problema y de la estructura de recursos del mundo presente, desde el cual parte hacia el posible. Además, en términos de nuestra definición, la *Introducción* no es en sí misma –ni necesita ser– parte de la investigación "informada". Tampoco lo son los *Abstracts* y *Sumarios*, que reúnen algunos de los argumentos del artículo pero no se refieren en forma directa a la investigación.

Dadas esas responsabilidades restringidas, los criterios de una descripción sumaria relevante se aplicarán más a la sección de *Métodos*, y a una parte de la sección *Resultados y discusión*. De esas secciones-"informes" no deberíamos esperar informaciones innecesarias como es el caso de la información sobre cómo se obtuvieron en el depósito los agentes de precipitación usados en los experimentos o un "informe" sobre los problemas que se presentaron para conseguir acceder a los equipos. No se supone que el artículo advierta al lector sobre cómo proceder en esas materias, sino sobre cómo proceder *presumiendo que esas materias pueden ser manejadas por los propios lectores*. Tampoco, con nuestra definición, podemos esperar que el artículo se dedique mucho a lo que es el conocimiento tácito de un área de especialidad.

Pero ¿cuál es el conocimiento tácito de una especialidad? Según las preocupaciones voceadas por los científicos durante el primer experimento de recuperación en gran escala, el desarrollo de espuma en los concentrados de proteínas fue un gran problema. La respuesta del laboratorio se compuso de apresuradas decisiones *ad hoc*: la espuma fue obviada, tratada con agua, rociada con una espuma detergente o simplemente retirada de los concentrados. A mí me intrigaron esos procedimientos, y me intrigó más tarde el hecho de que el problema ni siquiera fuera mencionado en el artículo.

> Pregunta: ¿Por qué no menciona usted la espuma que causó tantas dificultades?
> Respuesta: Bueno, eso es trivial... porque todo el mundo que trabaja en el área conoce el problema... ¡Sólo a los de afuera los sorprende!

Para que un artículo provea un resumen relevante, el conocimiento tácito de un área debe estar suficientemente definido, y la información del artículo debe corresponderse con esa definición. Sin embargo, al responder a la pregunta anterior los científicos sugirieron que ambos supuestos estaban lejos de estar garantizados:

> Por otra parte, las pérdidas encontradas [por remoción de la espuma] podrían ser altas, y la composición de la parte perdida podría ser diferente de la del producto restante [se me dijo que *la espuma podría contener más partículas sólidas*]. [...] Además, la gente usa diferentes detergentes de espumas químicas que pueden cambiar las propiedades funcionales de una muestra. Después ellos proceden a medir las propiedades funcionales sin tomar en cuenta o mencionar el detergente... (5-14/2).

Lo que es trivial y lo que no lo es no parece haber estado en absoluto claro para los científicos que fueron desafiados por el problema aparentemente inocente de la espuma. Aun cuando podemos presumir, sin temor a equivocarnos, una conciencia del problema, las maneras en que podría ser resuelto por diferentes científicos no son, como hemos escuchado, irrelevantes para los resultados obtenidos. ¿Por qué, entonces, no se incluye esa información en el artículo? Muchos problemas de laboratorio que se dejan no tematizados en los papeles pueden asociarse con el desarrollo de *know-how* científico que, como se sugiere en el Capítulo II, es un conocimiento práctico *local* o aun personal sobre cómo hacer que las cosas funcionen. Por cada gramo de método "publicado", parece haber otro tanto de *know-how* no publicado, por el cual no sólo la secuencia prescriptiva de los pasos enunciados en el artículo se reconstruye en la lógica de lo que es factible dentro de la lógica situacional de la acción de laboratorio, sino que también se aportan rutinas para diagnosticar muchos problemas no especificados y hacerles frente.

El punto es que este *know-how* no es un conocimiento tácito y en general disponible de un campo, que no necesita ser especificado en el artículo. Hasta los co-autores del artículo pueden quedar a oscuras. Por ejemplo, después de la primera vuelta de experimentos de recuperación, Watkins (el jefe del grupo cuyas instalaciones se usaron) pidió que el procedimiento se repitiera. Los científicos interpretaron que ese pedido significaba que Watkins quería familiarizar a su personal (y a sí mismo) con el procedimiento, de modo tal que más tarde pudieran usarlo por su propia cuenta. Esto me pareció sorprendente, dado que Watkins era uno de los coautores del artículo en el cual se describía el procedimiento.

> Pregunta: ¡Pero Watkins es su coautor, tiene el artículo y debe haber leído el procedimiento!
> Respuesta: ¡Sí, pero eso no quiere decir que ellos puedan hacerlo por sí mismos!... ¡No hay otra razón por la que de repente quieran que repitamos el trabajo [que la de] que Watkins leyó el artículo y vio que los resultados son importantes! (3-3/1)

¿Qué dicen los científicos si les preguntamos directamente si el artículo incluye toda la información relevante? Por citar un ejemplo, los científicos reemplazaron un método de determinación de lípidos por extracción de éter por una técnica de hidrólisis de HCl que produjo resultados significativamente diferentes, pero no dijeron nada en el artículo sobre las razones de su elección. Pregunté si un lector científico que estuviera trabajando en el área podría aportar las razones por sí mismo:

> Podría, en principio... pero eso requeriría un montón de pensamiento. Y tendría que presuponer que también yo pensé un montón... En la práctica, simplemente no sabría. (9-12/9).

Cuando pregunté si visualmente era difícil entender cómo había procedido un autor previo, me dijeron:

> Entre los científicos de los Estados Unidos hay cierta conexión informal, lo cual significa que la razón para usar un cierto procedimiento se puede descubrir informalmente [...]. Yo lo hago: llamo a alguien, o le escribo, o lo encuentro en una conferencia....
> *Hay un problema, por cierto, si uno quiere replicar un resultado o repetir un método. Por regla general, sin embargo, uno hace alguna otra cosa, de todos modos. Por eso, no es tan interesante saber exactamente por qué y cómo se hicieron ciertas cosas...*" (9-12/10, cursivas mías).

La falta de espacio en las revistas fue citada a menudo como la razón por la cual los actuales artículos científicos no incluyen toda la información relevante sobre cómo se obtuvieron los resultados de laboratorio. Más de una vez se me dijo que era precisamente la sección de métodos la que más se había ido acortando en las revistas en las últimas décadas.[30] Esto, sin embargo, sólo traslada nuestro problema a la

[30] El lector interesado podría querer ver algunos artículos muy viejos pero relevantes citados ocasionalmente por los científicos. Comparados con el artículo analizado aquí, aquéllos proveen narrativas detalladas de lo que ocurrió en el laboratorio. Véanse Thomas (1909) y Hindhede (1913).

cuestión de por qué no se da más espacio en las revistas para aquello que subsiste de un informe de investigación dentro del artículo científico. El lector recordará que no hay mucho espacio para el "informe", en primer lugar debido al espacio que ocupan la *Introducción*, los *Sumarios*, el *Abstract*, la *Discusión*, las *Referencias*, los *Agradecimientos*, etc. Y subsiste la pregunta de por qué se deja en el artículo poco espacio para que un "informe" de la investigación sea cortado de la selectividad razonada de esa investigación y aislado de los resultados que ha generado.

En la trascripción anterior, los científicos mismos sugerían una respuesta para esa pregunta. Puede no haber necesidad de que esté toda la información relevante para el éxito técnico de un resultado, o incluso relevante para una evaluación informada de los resultados. Los artículos científicos simplemente podrían no ser descripciones sumarias, y nuestra concepción del artículo como un conciso "informe" de investigación en el sentido de esa descripción podría estar errada. Pero, ¿qué queda entonces de las reglas de correspondencia que supuestamente ligan el trabajo de laboratorio con el artículo científico? No es sorprendente que en la escritura del artículo sea donde encontremos un indicio referido a ese proceso de transformación.

¿Cómo procedieron en realidad los científicos cuando prepararon su texto? Lo primero que hay que notar es que procedieron en orden inverso a la secuencia de eventos encontrada en el artículo. Los científicos empezaron por reunir las tablas y figuras que van últimos en el artículo. Eso sirvió de "corazón" o de meollo en torno al cual se iba a construir el artículo. En el presente caso, la primera versión manuscrita del artículo consistió solamente en una serie de verbalizaciones selectas de los contextos de esas tablas y figuras, que más tarde pasarían a ser *Resultados y discusión*.

Una tabla en especial se convirtió en el corazón de la sección *Métodos*: contenía un diagrama de flujo de los pasos experimentales preparados por los científicos para los técnicos que iban a repetir las pruebas de recuperación. La sección de *Métodos* se lee como una receta que prescribe los pasos de laboratorio porque no es nada más que

una verbalización del diagrama de flujo, enriquecida por nombres y algunas presentaciones equivalentes de pruebas adicionales. El manuscrito básico, constituido por las tablas y las secciones de *Métodos y Resultados*, era usualmente escrito en entre uno y tres días, dependiendo del tiempo disponible. La *Introducción*, basada en otra pila de artículos (la literatura), era escrita al final, como sucedía muchas veces con las observaciones de conclusión de los *Resultados y discusión*. Éstos tenían que adaptarse al corazón del artículo y con frecuencia un coautor senior "se encargaba" de ellos. Los *Abstracts*, *Sumarios* y *Referencias* tomaban parte de su contenido de otras partes del artículo, y eran lo último que se escribía.

Las secciones centrales del artículo, entonces, y aquellas que más probablemente "informan" sobre la investigación, se originan de otros escritos, así como la *Introducción* se deriva de las *scripturas* del área, y el *Abstract* y los *Sumarios* del propio artículo. Esas otras escrituras eran datos de las mediciones y los protocolos de laboratorio, cuyos números, gráficos y fotografías encontramos en el artículo publicado en una versión limpia, compuesta y editada, preparada por el "taller de arte" del instituto. La escritura del artículo comienza mucho antes de que esté escrito el borrador, mediante las huellas que se han ido generando durante el trabajo de laboratorio.

Se desprende que el vínculo entre el laboratorio y el artículo científico no puede establecerse por reglas de transformación cognitivas. Los científicos que escriben un manuscrito no recuerdan el proceso de investigación y luego proceden a resumir sus recuerdos. Más bien, el vínculo entre el artículo y el laboratorio es aportado por las *trazas escritas de un trabajo de laboratorio* que son constantemente generadas en el laboratorio y al mismo tiempo forman el material de fuente del cual está construido el artículo. La brecha entre la dinámica del proceso de investigación y la dramaturgia del artículo es salvada por un *doble modo de producción* más que por una transformación cognitiva. El artículo científico es *producto* de ese doble modo de producción: no es su reflejo, resumen o descripción. El modo de producción instrumental que da como resultado las mediciones de laboratorio supone una des-

contextualización casi total, mitigada solamente por las fundamenta ciones que se encuentran de las anotaciones de los científicos. El modo de producción literario cuyo producto es el artículo terminado ofrece una recontextualización, pero, como hemos visto, no una recontextualización que nos devuelva las memorias del trabajo de laboratorio. La transición es, al mismo tiempo, una conversión de las propias trazas escritas. Excepto en la memoria de aquellos que estaban presentes durante el proceso, se trata de una transición irreversible.

12. Conclusión: el proceso de conversión y la idea de una economía de cambio

Para concluir, consideremos nuevamente el mecanismo de conversión invocado varias veces en los dos últimos capítulos. En la transición del trabajo del laboratorio al artículo científico, la realidad del laboratorio ha cambiado. Hemos visto cómo la lógica oportunista y situacionalmente contingente de la investigación ha sido reemplazada por un contexto generalizado de mundos posibles y presentes, y cómo las negociaciones de intereses de agentes particulares se transformaron en una proyectada fusión de intereses de tecnología, industria, ambiente y una población humana necesitada de proteínas. Hemos visto cómo la selectividad razonada del trabajo de laboratorio es anulada por verbalizaciones formulísticas de las actividades de las cuales surgió esa selectividad, y cómo los resultados medidos de esas actividades son purgados de todas las trazas de interdependencia con su creación constructiva. Hemos visto la indeterminación del laboratorio reducirse a la cuidadosa expresión de duda científica que el artículo permite.

En resumen, hemos observado una conversión a otra moneda, una transmutación a la totalidad de otro juego de lenguaje. Esa conversión fue en sí misma un proceso. Empezó mucho antes de que se escribiera el artículo, a través de la producción de datos de mediciones y otras trazas escritas del trabajo de laboratorio, y continuó con la empresa colectiva mediante la cual esas trazas fueron reunidas, identificadas y finalmente preservadas dentro de la red argumentativa de doble trama que distingue al artículo terminado. Sin la tela del razonamiento en la cual esas trazas están entretejidas en el artículo, los números y los gráficos del laboratorio no tendrían ni significado ni importancia, quedarían inidentificados y probablemente inidentificables. Dada su fijación en un pasado y en un futuro, en un contexto de nombres y de relevancias, ahora están listos para nuevas conversiones.

Como se mencionó antes, la conversión no cesa por el tipo de fijación que el artículo escrito suministra. Si el artículo es leído y algo de lo que dice es "usado", se insertará en una nueva trama de significados y de relevancias, y lo hará en el proceso de ser redefinido, modificado, analógicamente transformado o criticado y rechazado.

La *Introducción* que leemos ensaya esas futuras transformaciones al exhibir el trabajo como un recurso que se convierte en activos para una cantidad de agentes prácticos. Presume una conversión que no es socialmente corroborada, dado que las relaciones de recursos invocadas no están acompañadas por las correspondientes interacciones sociales. Así y todo, señala hacia un mecanismo de conexión social que es interesante en sí mismo dado que difiere de la concepción predominante de la organización social de la ciencia, que se comentó y criticó en el Capítulo IV, es decir, de la idea de que la integración social reposa sobre algo que es compartido, ya sean normas, valores o los paradigmas cognitivos de las comunidades científicas presuntas y sobre la idea de que el mecanismo relevante de integración social es una forma de *intercambio* cuasi económico.

De lo que hemos visto resultará claro que no necesitamos suponer morales, cogniciones o intereses compartidos para dar cuenta de la cooperación social. No hace falta identidad de valores o de puntos de vista para dar cuenta, por ejemplo, de la cooperación entre miembros de un sindicato cuyos trabajos están amenazados y los representantes sindicales que defienden esos trabajos. Es suficiente con suponer una invocada fusión de intereses por la cual los trabajos amenazados de los obreros se convierten, para el representante sindical, en una amenaza de reducción del tamaño de su sindicato. En el

presente caso, no necesitamos suponer que los científicos van a responder favorablemente a algunos resultados de investigación porque comparten con los autores los criterios de relevancia y los estándares de evaluación que imponen una cierta selección "racional". Basta con suponer una fusión *temporaria* de intereses mediante la cual los científicos tomen los resultados como un recurso convertible en resultados propios. La acción social es interconectada no por lo que se comparte, sino por lo que es transmitido, transformado y reintegrado de un *locus* de acción a otro, o por un continuado *proceso de conversión* que consiste en la circulación y transformación de objetos sociales.

Es esa idea de un proceso de conversión lo que hace falta distinguir del mecanismo de intercambio cuasi-económico encontrado en el Capítulo IV. En el proceso de conversión, la circulación de objetos supone no su equivalencia sino su diferencia. Es un proceso en el cual esos objetos son continua y asimétricamente *reconstruidos* a partir de un objeto precedente, mientras su *equivalencia* o *diferencia* respecto de ese objeto precedente es al mismo tiempo negociada. En términos económicos, lo que aquí se postula es una economía de cambio más que de intercambio, un proceso en el cual la equivalencia se sobreimpone a la desequivalencia, y en el cual la desequivalencia significa conversión así como perversión.

¿Por qué perversión? En un cuento de hadas, la transfiguración de un brujo en un ratón es al mismo tiempo una desfiguración del brujo. La conversión a una nueva fe, a un nuevo idioma, a un nuevo nivel de organización es una perversión con respecto a la vieja fe, a la lengua originaria o al nivel de organización precedente. La economía de cambio es al mismo tiempo una economía de conversión *y* de perversión. Los productos de la ciencia son continuamente transfigurados y desfigurados a medida que circulan en campos transcientíficos. Cuando pasan del escritorio del científico a la oficina de un político, se trasmutan en argumento político. Cuando pasan a una empresa industrial, se transforman en una herramienta en el proceso de la producción industrial. En manos de otro científico, se convierten en una fuente de nuevas tematizaciones de la selectividad.

Bajo todas esas circunstancias, atraviesan una recontextualización y una reconstrucción similares a las que encontramos en la escritura del artículo. Podría decirse que el razonamiento analógico mismo no es nada más que una forma de recontextualización mediante la cual un objeto científico previo se transforma en un objeto nuevo.

Los ejemplos de razonamiento analógico dados en el Capítulo III describen cambios de ubicación de un resultado, un concepto o una "idea", acompañados por una transformación del contexto y, subsiguientemente, del propio objeto transferido. Comparado con la fuente, el resultado del proceso incluye distorsión, mutilación o, en términos generales, perversión. Comparado con el trabajo observado en el laboratorio, el artículo escrito es, como hemos visto, una primera perversión completa. Desde luego, escribirse a sí mismo es un medio apto para esa perversión.

Sin embargo, sin la desequivalencia, a la cual podemos optar por llamar perversión o conversión, dependiendo del punto de referencia, ¿cómo concebiríamos el cambio social o, más específicamente, el cambio científico? Esa desequivalencia se origina en la indeterminación inherente a la acción social, a partir de los grados de libertad que hemos señalado (en el Capítulo I) como la posibilidad del desarrollo científico. Los últimos capítulos de este libro nos han llevado a considerar esa desequivalencia no sólo como un correlato del cambio científico, sino también como un correlato de la interdependencia y de la conexión social que hallamos en las relaciones de recursos que atraviesan los campos transcientíficos. Hemos dicho que los recursos que no pueden ser convertidos (o pervertidos) quedan socialmente *ad hoc*, lo cual significa que no se prestan a la fusión o fisión de intereses de los agentes sociales, y consecuentemente a la continuación y a la interconexión de la acción social. Un producto científico que no puede inscribirse, o imponerse, como un recurso a ser convertido en las empresas en curso de otros agentes sociales será olvidado o ignorado. Como consecuencia, esa conversión es buscada activamente en el laboratorio y se manifiesta en el libreto de una conversión de recursos, a la cual el artículo científico representa.

Considerar el proceso de conversión ilustrado por la transformación de la selectividad de laboratorio en artículos científicos como un mecanismo básico de conexión social es poner las transformaciones analógicas de la ciencia comentadas en el Capítulo III en un pie de igualdad con las transformaciones que conectan a científicos y no científicos en los campos transcientíficos. Nos permite comprender las traducciones de decisiones del laboratorio que conectan esos campos como anticipaciones de esas transformaciones. Y nos lleva a sustituir a las comunidades científicas que durante mucho tiempo hemos presupuesto en los estudios sociales de la ciencia por las in-homogéneas redes de relaciones visibles en la interacción real del laboratorio.

La fisión y la fusión de intereses que caracterizan esas relaciones son decididas *en* el proceso de conversión, no antes o aparte de ese proceso. Con la presente concepción, el conflicto y la cooperación son resultados variables de la práctica social más que características básicas de esa práctica que debemos presuponer. La cooperación encontrada en la circulación de productos científicos pivotea sobre la convertibilidad de esos objetos. La continuidad de la acción social es una continuidad de desequivalencia y cambio. Sabemos por otras áreas de la realidad social que esa desequivalencia fluye naturalmente de la circulación de objetos sociales y que es usualmente interpretada en el sentido de una perversión.[31] Es fácil ver cómo *debe* fluir naturalmente de la circulación de los objetos sociales en una realidad en la cual el tiempo y el espacio han sido restaurados, en una realidad que está compuesta de cepas *locales y contextuales* de acción social. Para estar conectadas, las prácticas locales, contextualmente contingentes, de la ciencia son interconectadas por procesos de transformación impuestos por la presunción y la negociación de la equivalencia y de la diferencia.

[31] Tómese, por ejemplo, la "perversión" de reglas mediante su aplicación (véanse los ejemplos en el Capítulo II), o la continua reinterpretación y modificación de una ley mientras circula hacia el sitio de su puesta en vigencia. El estudio de Cicourel de la delincuencia juvenil (1968) es una ilustración sumamente iluminadora de esa perversión de las leyes tal como es practicada por los departamentos de policía. En el caso de reglas y leyes, hay un plus especial en la equivalencia de las prácticas a las que se refieren las leyes y normas, así como lo hay en el caso de los datos (científicos) que se refieren a alguna realidad a la cual representan.

La continua transformación de los objetos sociales señalada en otras áreas de la vida social también es omnipresente en la ciencia, donde al mismo tiempo es de lo más sorprendente y de lo menos sorprendente encontrarla: de lo más sorprendente, porque la idea de una conversión (o perversión) ilumina el carácter local de la práctica científica, una práctica que por mucho tiempo ha servido como nuestro paradigma de la universalidad *no local*; de lo menos sorprendente porque el cambio es más visiblemente instituido en la ciencia, y las conversiones de los objetos científicos son el germen de su cambio; de lo más sorprendente porque la ciencia medra de una presunta *equivalencia* entre los "hechos" de la naturaleza y las fabricaciones del laboratorio, y entre las fabricaciones del laboratorio y el producto escrito de un artículo científico; de lo menos sorprendente porque la ciencia misma ha postulado la desequivalencia y la indeterminación sobre las cuales reposa como las fuentes del progreso y del desarrollo.

Lo que la ciencia ilustra es que por debajo del problema de la continuidad hay uno de discontinuidad, por debajo de la superficie de equivalencia subyace la desequivalencia, y por debajo de la circulación de objetos sociales subyace su transformación. Es esa transformación lo que hemos asociado con la continuación de la acción social, y lo que hemos considerado un mecanismo de la integración social. La ciencia ilustra que el problema perenne del orden social puede no ser un problema de "orden" sino más bien un problema de transformación y de cambio social.

Capítulo VI
El científico como razonador simbólico o "¿qué hacemos con la distinción entre ciencias naturales y ciencias sociales?"

Es dämmert jetzt vielleicht in fünf, sechs Köpfen, dass Physik auch nur eine Welt-Auslegung und Zurechtlegung... und nicht eine Welt-Erklärung ist.[1]

FRIEDRICH NIETZSCHE

1. LAS DOS CIENCIAS

Un conocido riesgo asociado con el interés en las operaciones "cognitivas" de la ciencia, mencionado una y otra vez en las disputas entre perspectivas cognitivas y no cognitivas, es el de caer en el idealismo y en el subjetivismo.[2] Pero existe un peligro igual, aunque opuesto, en considerar al objeto como objetivo y al sujeto como una distorsión del objeto.[3] Podemos encerrar el ambiente *dentro* del sujeto tanto como *afuera*. Supongamos, ahora, que no comenzamos ni con el sujeto ni con el objeto, sino con el concepto de práctica científica ilustrado en los capítulos anteriores.

Los elementos de esta práctica han sido expuestos en detalle: el carácter local y contextualmente contingente de las operaciones científicas, su carácter de situada en campos transcientíficos que aparecen

[1] Ahora ha empezado a alumbrar en cinco, quizás seis mentes, que la física, también, es una interpretación o arreglo del mundo... y no una explicación.

[2] Para ejemplos recientes de esas controversias, véase la disputa entre la antropología cognitiva y Harris (1968) como representante del conductismo, o la denuncia de Geiser de la etnometodología como un nuevo tipo de idealismo californiano, resultado, aparentemente, de sus previas polémicas con Winch (1973). Véase también Gellner (1980).

[3] Para el cuestionamiento más amplio de esta posición en los estudios sociales de la ciencia, véase Bloor (1976).

atravesados y sostenidos por relaciones de recursos, la transformación y la recontextualización permanentes que son parte de la realización y puesta en circulación de los objetos científicos, además de mecanismos de conexión social, y, finalmente, la selectividad impregnada de decisiones y socialmente negociada que impregna esas operaciones. El mundo de objetos se despliega como un resultado de esa práctica científica, significativo y relevante sólo *dentro* de la constitución social que hemos caracterizado, pero al mismo tiempo no encerrado en las cogniciones subjetivas,[4] ya que es precisamente la constitución selectiva de los objetos científicos lo que se negocia, se impone y se destituye en esa práctica, y lo que se pone en juego en el discurso cristalizado de las operaciones científicas.

Sin embargo, una consecuencia de ese paso es que desdibuja la cada vez más popular distinción entre las ciencias naturales o tecnológicas, por una parte, y las sociales o culturales, por la otra. Si el mundo natural, como el social, es visto como selectivamente construido *dentro* de la práctica social, si es un mundo impregnado de decisiones sociales afines a la realidad social a la que estamos habituados, entonces podríamos tener que reconsiderar una dicotomía que relega lo simbólico y lo socialmente selectivo sólo a las ciencias del hombre.

Por cierto, la distinción entre ambas ciencias no ha sido propuesta por estudios empíricos de la ciencia, sino que ha proliferado principalmente dentro de discusiones metodológicas centradas en la inadecuación, para el estudio de lo social, de ciertas orientaciones basadas en la medición. Esas orientaciones han sido calificadas de positivistas, e identificadas con el modelo de método científico instituido por las ciencias naturales.[5] De hecho, en la constante disputa sobre la influencia de ese modelo estándar, se han desarrollado, exhibido y defendido nuevas normas de modelos de ciencias sociales, y apartarse de ese estándar ha sido el objetivo declarado de una metodología indígena de las ciencias sociales.

[4] Como ya hemos visto, Suppe sostiene que una posición que de alguna manera defienda el carácter simbólico del procedimiento de las ciencias naturales al sostener que hay una variación de significado en términos observacionales no necesariamente se vincula con consecuencias idealistas o escépticas. Por supuesto, Suppe no propone una concepción social de la producción del conocimiento como alternativa viable. Véase Suppe (1974: 176).

[5] Como ejemplo, véase como resume Giddens (1974) la disputa entre positivismo y sociología.

No sorprende, quizás, que al propio estándar se le haya prestado escasa atención en la disputa. Si bien la concepción "positivista" es enérgicamente rechazada como modelo de metodologías para las ciencias sociales, se la toma más o menos a valor nominal cuando se alude a las ciencias naturales y tecnológicas (el cuadro que traza Garfinkel de las racionalidades "científicas" mencionado en el Capítulo I no es más que un pequeño ejemplo). Por lo general, las investigaciones filosóficas que directamente han cuestionado ese modelo como descripción correcta de las ciencias naturales pasan desapercibidas o se las declara irrelevantes para la discusión.[6] Lo mismo vale para los recientes intentos de los estudios sociales de la ciencia de documentar aspectos de la construcción social de la realidad científica.[7] De hecho, los propios estudios sociales de la ciencia parecen tener una personalidad dividida al respecto: si bien nos inclinamos a aceptar sin mucha vacilación la tesis de la carga teórica de la observación en las ciencias naturales, no nos sentimos movidos a cuestionar una dicotomía que relega las cualidades interpretativas exclusivamente a las ciencias del hombre.[8]

Nótese que no nos estamos refiriendo a algún aspecto social, estrechamente definido, de la ciencia, que se encontraría en áreas específicas. Tanto los debates filosóficos como el material de observaciones presentado aquí centran su foco en el razonamiento científico como indicativo de las producciones de investigación técnicas. El argumento no es que los científicos naturales y tecnológicos actúen co-

[6] Por ejemplo, Giddens (1976, 155 ss.) revisa algunos de los resultados, pero sólo para volver a enfatizar la distinción original entre las ciencias sociales y las naturales.

[7] Véanse por ejemplo Krohn (1972), Mendelsohn (1977) y la colección de estudios publicados en los volúmenes 1 y 4 del *Sociology of the Sciences Yearbook*, editado por Mendelsohn, Weingart y Whitley (1977) y por Knorr, Krohn y Whitley (1980). El volumen 4 es particularmente relevante para el proceso de la investigación.

[8] Véanse las conclusiones que saca O'Neill (1979).

mo todo el mundo cuando hablan con sus pares o pelean con sus superiores de la jerarquía organizativa, sino que sus *métodos* y sus procedimientos son suficientemente afines a los de las ciencias sociales como para proyectar dudas sobre la distinción que comúnmente se hace entre ambas ciencias.

Debería notarse que lo que aquí se intenta es reconsiderar esa distinción, y no rechazarla directamente. Dada la naturaleza relativamente reciente (y algunas veces preliminar) del material existente, debemos contentarnos con plantear las cuestiones, no con zanjarlas. Mi esperanza es que la argumentación presentada hasta aquí haya contribuido a ese objetivo

Pero un aspecto de la distinción entre las dos ciencias que amerita una mayor consideración es la cuestión de si la práctica de las ciencias naturales y tecnológicas puede distinguirse de la práctica "hermenéutica", simbólica e interpretativa, de las ciencias sociales, y de la vida social misma. Sostengo que esto no es posible. De hecho, mi objetivo es subrayar la *similitud esencial* entre los dos modos de producción del conocimiento que han sido tan concienzudamente separados.

La base de esa similitud reside tanto en las características contextuales, socialmente situadas, de la fábrica del conocimiento analizadas en las páginas precedentes, como en sus cualidades simbólicas e interpretativas, de las que hablaremos más adelante. Dada esa similitud, es tiempo de reconsiderar la distinción habitual entre las dos ciencias, que le adscribe a una lo que a la otra le niega. Y dada esa similitud, puede ser hora de reconocer al método científico simplemente como una versión más de la vida social. Sin lugar a dudas, esa separación apuntó a embestir contra la supuesta "unidad de las ciencias", que postulaba que, en último análisis, todas las ciencias son como la física. Pero si el modo de producción de las ciencias naturales y tecnológicas es suficientemente diferente del modelo en el cual se basa el principio de la unidad de las ciencias, puede no haber nada de absurdo, impropio o improductivo en denunciar esa separación.

2. La universalidad de la interpretación y de la comprensión

La distinción básica entre las ciencias naturales y las sociales, tal como se la encuentra en las discusiones más recientes de la metodología social,[9] es suficientemente conocida como para que haga falta repetirla aquí en detalle. En su nivel más general, la distinción reposa sobre la asignación de una calidad simbólica a la vida social, en contraposición con la natural, y en la atribución de una cualidad interpretativa, dinámica e interactiva –algunas veces identificada con la hermenéutica–[10] a las ciencias sociales y no al método de las ciencias naturales. Si bien de esas cualidades se han derivado líneas de argumentación diversas, todas parecen avalar el supuesto de que la diferencia entre el mundo social y el mundo natural es que el último no se constituye a sí mismo como significativo. Esos significados, reza el argumento, son producidos por hombres en el curso de sus vidas prácticas, mientras que la vida social es producida mediante la constitución y la preconstitución activas de significados por parte de los propios sujetos.

En las discusiones recientes sobre el estatus metodológico de las ciencias sociales, suele haber una tendencia a dejar en pie esta distinción. Sin embargo, como ha señalado Dilthey,[11] no "existen" regiones de "hechos" diferentes, sino que son constituidas por una cierta metodología y epistemología. De allí que una circunscripción de un dominio de objeto no sea causa suficiente para una delimitación lógicamente persuasiva de las dos ciencias. El propio Dilthey consideraba el reestablecimiento del significado por parte del observador o del cien-

[9] Paradigmas para ese tipo de discusiones pueden encontrarse en Harré y Secord (1972), Filmer *et al.* (1972) o Giddens (1976). Algunos artículos básicos provenientes de la filosofía de la explicación social pueden encontrarse en Ryan (1973).

[10] De aquí en más, la noción de hermenéutica se usará en su sentido general, más que en el sentido más específico de un enfoque metodológico contrastado con otros, tales como la fenomenología, o de una técnica específica de análisis de texto contrastada con otras técnicas, tales como los procedimientos semióticos.

[11] Citado por Habermas (1971: 141). Véase también el volumen 5 de los *Collected Papers* de Dilthey (1913 1958).

tista social como la base del enfoque interpretativo de la realidad social por él propiciado. Pero esa caracterización fue posteriormente rechazada porque conducía al subjetivismo.

En su crítica a Dilthey, Gadamer (1965) ha mostrado que lo propio de la interpretación no es entrar en los significados preconstruidos de la vida social mediante empatía individual, sino mediar y traducir entre dos tradiciones. Su "universalidad de la hermenéutica" alude a que la investigación supone presupuestos teóricos ligados con tradiciones, en las ciencias sociales *y* en las naturales. Hoy estamos más familiarizados con esa idea en la forma de tres líneas distintas de argumentación, todas ligadas con la noción de interpretación:

1. La primera gira en torno de la *negación de los hechos brutos.* En esencia, sostiene que para la ciencia no existen datos afuera de las interpretaciones rivales.

2. La segunda se refiere a la *circularidad* de la interpretación. Implica que cualquier interpretación de un acontecimiento o texto depende en última instancia de otro conjunto de interpretaciones, lo cual lleva a una infinita regresión de significados.

3. La tercera quizás puede describirse mejor en términos de la noción de Wittgenstein de *juego de lenguaje.* Esa noción concibe la interpretación como una condición de posibilidad de los datos en general, y pone de relieve las interconexiones e interdependencias de los diversos niveles de interpretación.

Más que discutir sobre la relevancia de esas líneas de argumentación para una metodología de las ciencias sociales, consideremos si las ciencias naturales pueden ser justificablemente caracterizadas negando la existencia de la observación bruta, destacando la circularidad de sus interpretaciones o presuponiendo que sus diversas tradiciones asumen el carácter de un juego de lenguaje.

La menos concreta –y, como consecuencia, la más difícil de establecer o de descartar– es la idea del juego de lenguaje. El fuerte de la obra de Kuhn (1962) es, por cierto, su argumento de que la búsqueda científica normal se encuadra en tradiciones paradigmáticas constitui-

das por sistemas de supuestos jerárquicamente estructurados y por concepciones que son suficientemente diferentes entre tradiciones como para parecer internamente coherentes, pero que son juegos de lenguaje inconmensurables entre sí. Esa tesis gira de un modo significativo sobre el papel de la observación científica como árbitro independiente de las teorías científicas y sobre la cuestión de si las teorías científicas pueden ser plenamente definidas con independencia de los supuestos y pre-interpretaciones. De esa manera, gira, en última instancia, en torno de la cuestión de si podemos suponer la existencia de alguna forma de hechos "brutos" en las ciencias naturales, y de si las teorías científicas están exentas de ciclos de interpretación.

Desde hace algún tiempo los debates que ponen en juego la cuestión de la circularidad han estado a la orden del día en la filosofía de la ciencia, y los resultados parecen indicar que la regresión interpretativa de ninguna manera se limita a las ciencias sociales o a las humanidades. Por ejemplo, investigaciones lógicas sobre la naturaleza de las "reglas de correspondencia" entre los enunciados de la observación y las hipótesis teóricas han mostrado que los primeros no son estrictamente deducibles de las segundas.[12] Como consecuencia, las observaciones relevantes para la evaluación de una cierta teoría sólo pueden establecerse sobre la base de ciertos supuestos. Además, ese proceso no es un proceso de correlación simple, bivariante, ya que la observación (y la medición de la observación) involucran, como otro nivel de pre-interpretación, una serie de teorías antecedentes que necesitan ellas mismas una definida justificación.[13]

Finalmente, se ha mostrado que no podemos pedir a las teorías de las ciencias naturales que sean plenamente interpretadas, excepto en relación con "nuestra teoría general de partida". Nuestro único recurso es "parafrasear algún vocabulario familiar, antecedente". En la práctica, dice Quine, terminamos la regresión de lenguajes anteceden-

[12] Para una exposición sobre la naturaleza de las reglas de correspondencia, véase Nagel (1976).

[13] Cf. Quine (1969: 69 ss.) y Lakatos (1970: 99).

tes "asintiendo ante nuestra lengua materna y tomando sus palabras a valor nominal" (1969: 49). En suma, parecemos enfrentarnos con una situación en la cual las interpretaciones (los "hechos" de la observación) sólo pueden ser explicadas y justificadas por referencia a su relación con otras interpretaciones de las cuales ellos parcialmente dependen (teorías) y por referencia a su relación con el todo, nuestra "teoría general de partida", definición exacta de un ciclo interpretativo que en las ciencias sociales se conoce como hermenéutica.[14]

La carga teórica de la percepción que se corresponde con el rechazo de los hechos brutos (la primera línea de argumentación mencionada arriba) aparece como apenas uno de los componentes de ese ciclo interpretativo en las ciencias naturales. Como lo subrayó Taylor (1976), las teorías de la percepción que sostienen que la observación en las ciencias naturales nos da acceso a los hechos brutos son en gran medida cosa del pasado. Los intentos de convertir la teoría de los datos brutos en una teoría de un *lenguaje* de observación independiente han sido cuestionados, muy especialmente por Feyerabend (por ejemplo, 1975).

La tesis de Feyerabend sobre la "carga teórica" de la observación está ampliamente documentada por material histórico, y no es la primera ni la única afirmación en esa dirección. Por lo que sabemos, Hanson, Kuhn y Toulmin han llegado a conclusiones similares en sus investigaciones sobre la historia de la ciencia.[15] Sin embargo, no podemos decir que entre los filósofos de la ciencia la cuestión haya sido resuelta. De hecho, por lo que sabemos acerca del cambio conceptual en general, parece probable que la cuestión de la carga teórica no sea zanjada por los líderes de la disputa, sino dejada de lado por la evolución de la filosofía de la ciencia. Ya hay signos bastante fuertes de

[14] Por ejemplo, Taylor (1976: 164).

[15] Véanse Hanson (1958), Toulmin (1961, 1972) y Kuhn (1970). Hanson ha analizado casos históricos en términos de pases gestálticos, como el de Wittgenstein del "conejo-pato". Toulmin ha usado el modelo de las mutaciones de las teorías científicas, y Kuhn ha elaborado la tesis de la inconmensurabilidad en relación con la idea de un cambio de paradigma.

esa evolución: los recientes trabajos en el área ejemplificados por Hesse, Stegmüller y Sneed ni descuidan, ni eluden ni explican el problema. Por ejemplo, en su lógica de la inferencia científica Hesse incorpora explícitamente cierta concepción de la variación significativa de las condiciones de observación.[16]

3. La curiosa distinción entre acción interesada y acción simbólica

Dados esos desarrollos en la filosofía de la ciencia ¿no es justificable adoptar la idea de la universal presencia de la interpretación y postular una noción de investigación científica que haga lugar al carácter simbólico y preinterpretado de la observación? Con respecto al supuesto de la variación de significados y sus consecuencias, bien podría ser. Pero la interpretación también les ha sido denegada a las investigaciones en las ciencias naturales al eliminarse la interpretación y la negociación de significados de las concepciones de la *acción* científica en general. Curiosamente, lo simbólico (y también lo social), han sido expulsados de la acción científica precisamente en aquellas concepciones que por otra parte argumentan que la ciencia se basa en el interés humano y en la práctica humana. En otras palabras, no sólo las epistemologías tradicionales contra las cuales la tesis de la carga teórica se abrió paso, sino también sus contraconcepciones críticas, las teorías del conocimiento propuestas por Habermas y Heidegger.

Veamos primero a Habermas, cuya concepción de la investigación en las ciencias sociales y naturales, desarrollada principalmente

16 El libro de Hesse The Structure of Scientific Inference (1974) se inicia con el supuesto de que los reconocimientos primarios no proveen una lista independiente y estable de predicados de observación primitivos. Sneed trata el problema de la inconmensurabilidad entre dos teorías como un problema de teorías inconmensurables presupuesto por las teorías en cuestión. Véase J. D. Sneed (1971). La concepción de Stegmüller del problema de la carga teórica puede encontrarse en Rationale Rekonstruktion von Wissenschaft und ihrem Wandel (1979: 27 ss.).

en sus estudios metodológicos,[17] ha sido sumamente influyente en el debate sobre el positivismo y en los análisis sobre la hermenéutica. La distinción básica postulada por esta concepción es entre el *trabajo* (*Arbeit*)[18] y la *interacción*. Según Marx, la acción es la actividad sintetizadora del hombre que "regula el metabolismo [de la interacción del hombre con la naturaleza] y constituye un mundo". Habermas separa los dos componentes de la noción de acción de Marx en dos categorías aparte.[19] La *interacción* es definida como acción *comunicativa*, o acción gobernada por "normas consensuales vinculantes". Reside en la gramática de los juegos de lenguaje, o en la intersubjetividad del entendimiento mutuo de intenciones. En ese sentido, la acción comunicativa es hermenéutica, ya que la realidad que establece se constituye en marcos que son las formas de vida de los grupos comunicantes. El *trabajo*, por otra parte, es una acción *instrumental* y no comunicativa.[20] Es acción gobernada por normas técnicas basadas en el conocimiento empírico, y da como resultado predicciones condicionales sobre acontecimientos observables. Mientras que los procedimientos hermenéuticos de la acción comunicativa organizan esquemas de interpretación del mundo para los cuales no hay más fundamentos que otras interpretaciones, la acción instrumental organiza significados en relación con un fin cuyo éxito depende de la validez de normas técnicas, o sea, de proposiciones empíricamente verdaderas y analíticamente correctas.

El molde naturalista de la investigación científica cuestionado por los trabajos sobre la carga teórica de la observación es reinstituido en la noción de Habermas de la acción instrumental. De acuerdo con Habermas, la sociedad se diferencia en subsistemas en los cuales uno u otro tipo de acción es primariamente institucionalizado. El paradigma de la acción comunicativa está en las ciencias culturales; los procesos hermenéuticos de investigación se vinculan aquí con un interés "práctico" en mantener la intersubjetividad del entendimiento mutuo.[21] En contraste, el paradigma de la acción instrumental es el subsistema de las ciencias naturales y tecnológicas, que son gobernadas por intereses técnicos y no prácticos. La idea es que la ciencia moderna se ha desarrollado "dentro de un marco de referencia metodológico que refleja la visión trascendental de un posible control técnico" para producir conocimiento que, "a través de su forma", es técnicamente explotable.[22]

Como para Peirce, a quien Habermas se remite en este punto, esto significa que la ciencia le hace frente (más que contemplar) a la na-

[17] Cf. El ensayo de Habermas sobre las ciencias sociales (1970a) y su *Conocimiento e intereses humanos* (1971) [traducción castellana: Madrid, Taurus, 1982]. Las opiniones avanzadas en esos volúmenes no representan el resultado final de sus esfuerzos por desarrollar una teoría social crítica. Los lectores de habla inglesa cuentan con un desarrollo posterior en *Communication and the Evolution of Society* (1979). Sin embargo, los libros mencionados contienen la exposición más explícita de su teoría del conocimiento en las ciencias naturales y tecnológicas, que aparece mucho menos en sus obras posteriores.

[18] La noción de trabajo, aunque no se la usa comúnmente en las traducciones de Habermas al inglés, sería más apropiada aquí, dado que alude directamente al "Eros productivo" (Baudrillard) de la teoría marxista, en la cual el trabajo es "un concepto ontológico de la existencia humana como tal". Véase Herbert Marcuse, "On the Concept of Labour" (1973: 11 ss.).

[19] Habermas (1971, en particular Parte 3, 189 ss.).

[20] En la formulación original de "Technology and Science as 'Ideology' ", reimpresa en *Toward a Rational Society* (1970b: 91 ss.), se dice que el trabajo consiste en "o acción instrumental o elección racional de su conjunción". En *Conocimiento e intereses humanos*, la acción instrumental parece incluir un elemento de elección racional intencional (como se hará claro en su segunda característica mencionada arriba). Finalmente, en *Communication and the Evolution of Society*, Habermas aporta una clasificación más pormenorizada de tipos de acción, yuxtaponiendo la acción social y la instrumental; esta última incluye la acción simbólica (expresiva), la acción comunicativa orientada a alcanzar un entendimiento y la acción estratégica, orientada hacia el éxito del actor y que se corresponde con el "modelo utilitario de la acción racional-intencional" (pp. 40 ss.). Mientras que Habermas señala que sus anteriores análisis del trabajo y la interacción "no han capturado adecuadamente las características diferenciadoras más generales de la acción instrumental y social (o comunicativa)", está claro que la dicotomía básica y la ubicación de las ciencias naturales y tecnológicas en la acción *instrumental* (definida en líneas generales por las características aquí resumidas) subsiste a lo largo de su obra posterior.

[21] Cf. Habermas (1971: 76).

[22] Cf. Habermas (1970b: 99). "Transcendental" alude aquí a la forma de conocimiento producida por los científicos, en contraste, por ejemplo, con el contenido del conocimiento, o con las intenciones subjetivas de los científicos.

turaleza de una manera específica; esto es, en la concepción de los problemas científicos está presupuesta la potencial verificación operativa, y los predicados se constituyen con respecto al sistema de referencia de la posible instrumentalización.[23] En términos de Habermas, la acción instrumental que corresponde a este enfoque tiene las siguientes características:[24]

1. El lenguaje ya no está incorporado en la interacción, sino que alcanza un "cierre monológico" en la relación de un sujeto (el científico) confinado a un objeto (la naturaleza).

2. La acción es eliminada de la comunicación y reducida al acto solitario de la utilización deliberadamente racional de los medios.

3. La experiencia individual es eliminada en favor de la experiencia repetible de los resultados de la acción instrumental.

4. La teoría y la experiencia están divorciadas; las operaciones de medición permiten una correlación reversible, unívoca, de acontecimientos operativamente determinados y signos sistemáticamente conectados (las teorías).

Nótese que esta caracterización de la acción instrumental institucionalizada en las ciencias naturales y tecnológicas va mas allá de Peirce y de su idea de que la investigación científica presupone la potencial verificación operativa. Da significado concreto al interés "trascendental" en el control técnico, que de lo contrario tendría poca relevancia para la investigación empírica de la ciencia. No obstante, ese significado concreto traza un cuadro de la ciencia en el cual la investigación se convierte en un juego monológico y solitario contra la naturaleza, un juego en el cual la teoría y la experiencia primero están separadas y después correlacionadas. Las apuestas están planteadas en términos de dominio y control, pero el juego no es social. Así

[23] El ejemplo de Peirce es el de la "dureza" del diamante. Ese predicado se constituye en relación con otras piedras que son frotadas contra el diamante. La dureza del diamante es independiente del frotado, pero sólo podemos atribuirle esa "dureza" en relación con la posible instrumentación. Cf. Peirce (1931-1935, vol. 5: 457, y vol 7: 340).

[24] Cf. Habermas (1971: 191 ss.).

como la naturaleza es "salvada de la historia", así el brillo simbólico que está detrás de las nociones habermasianas de interacción, comunicación y experiencia es salvado de la investigación de las ciencias naturales y tecnológicas. La hermenéutica y la interpretación son una vez más confinadas a la ciencia cultural y social.

El carácter específico que Habermas les atribuye a las ciencias naturales y tecnológicas encuentra su precedente en los escritos de Heidegger.[25] Habermas traza un paralelo entre diferentes intereses cognitivos y diferentes formas de acción, y los institucionaliza en diferentes subsistemas de la sociedad. Para Heidegger, el contexto de significancia de la práctica cotidiana tiene prioridad absoluta, y la actitud teórica que postula para la ciencia se funda en un carácter interesado de lo técnico, que él ubica en la práctica. Heidegger sostiene que el significado surge de la "tecnicidad" de la acción práctica: esto es, que les damos a las cosas significado en nuestras preocupaciones cotidianas al interactuar con ellas y usarlas. No las percibimos primero como objetos físicos y luego les asignamos funciones sobre la base de las propiedades que hemos aislado, sino que manipulamos los objetos en términos de sus funciones presupuestas en un contexto referencial de significación e instrumentalidad.

Si esa tecnicidad tiene prioridad absoluta, entonces el conocer como una forma de observación y una forma de búsqueda acerca de la naturaleza de las cosas sólo se hace posible si nos abstenemos de la manipulación o de la utilización; o, en términos de Heidegger, si hay una deficiencia en nuestros tratos interesados con el mundo. Sólo saliendo de un contexto local de actividades instrumentales podemos acercarnos en primer término a las propiedades de los objetos como propiedades independientes de los objetos a los cuales caracterizan. Por ejemplo, podemos pasar de hablar de un particular martillo que es pesado a la discusión sobre las propiedades de la pesadez.

[25] Aquí se hace referencia en particular a las ideas que Heidegger promovió en *Being and Time* (1962). En gran medida, mi comprensión de esas ideas se debe a la interpretación de Dreyfus de la fenomenología existencial de Heidegger, presentada en seminarios en la Universidad de California en Berkeley en 1977.

No obstante, el salirse del contexto práctico no tiene nada que ver con la contemplación pasiva. La "Naturaleza" tal como se manifiesta a través de la ciencia necesita de un modo específico de interés[26] por lo práctico, un interés teórico que contrasta con los intereses instrumentales-técnicos de la vida cotidiana. Pero ese interés es deficiente y es derivado: la instrumentalidad de las cosas en la vida cotidiana es más fundamental que su identidad como sustancias con determinadas propiedades, y la explicación científica de la combinación de esas sustancias nunca puede dar cuenta suficientemente de las interconexiones prácticas de las cosas.

Ese breve bosquejo de la concepción de Heidegger deja a la vista algunas de las diferencias entre las nociones de Habermas y de Heidegger de lo "práctico" y lo "técnico". Para Habermas, la práctica está ligada con el modelo griego de un interés en el buen vivir, y con el ideal del entendimiento mutuo a través de la comunicación, mientras que la "techne" está ligada con el trabajo o la acción instrumental.[27] Para Heidegger, lo técnico (en el sentido de la significación instrumental) es la característica definitoria de la práctica misma.

Pero nuestro breve bosquejo también apunta a una interesante similitud en sus respectivas concepciones de la ciencia. Tanto Heidegger como Habermas intentan exponer lo que consideran un error fundamental en las diversas concepciones filosóficas y sociológicas de la ciencia, en particular la creencia de que el verdadero conocimiento del mundo se va a lograr por medio de una reflexión imparcial, desinteresada y objetiva.[28] Tanto para Heidegger como para Habermas, la facticidad presupone el carácter interesado: los hechos científicamente relevantes no son características objetivas del mundo que meramente descubrimos sino productos de intereses y logros humanos culturalmente e históricamente determinados.

[26] Para un ejemplo de la concepción existencial de la ciencia de Heidegger, véase *Being and Time*, pp. 408 ss. (1962).

[27] Habermas (1971) deriva su concepción de la acción instrumental de Peirce. Véase particularmente pp. 113 ss.

[28] Heidegger cuestiona la idea de que es posible o deseable hacer explícitos (en algún sistema de creencias) los supuestos implícitos que constituyen el fondo con respecto al cual se adquiere conocimiento. Radicaliza el pragmatismo filosófico al hacer al punto de vista participante y práctico superior al teórico y desinteresado. Y pone de relieve el contexto social, más que al individuo, cuando sostiene (con Wittgenstein) que los problemas filosóficos sólo pueden resolverse (disolverse) mediante un retorno al estudio de las prácticas sociales cotidianas. En su recurso al pragmatismo y su énfasis en la organización social del significado en la vida cotidiana (hermenéutica), Heidegger y Habermas son sorprendentemente similares.

Sin embargo, aun cuando la ciencia es vista como fundada en la práctica humana por vía de los intereses, no es considerada *parte* de esa práctica, ya que la práctica se caracteriza no sólo por los intereses sino por un modo específico de interpretación y de comprensión. Heidegger vincula esa hermenéutica de la vida cotidiana con estructuras de significación y de dedicación en las cuales las cosas tienen significados presupuestos que nunca podemos descubrir plenamente. Habermas ubica esa base en la estructura de los actos comunicativos.[29] Ambos constituyen la ciencia como algo diferente de esa práctica y contrastante con ella. Mientras que, en ese sentido, la ciencia se funda inicialmente en la estructura de interés de la práctica humana, al mismo tiempo está excluida de las estructuras de significado y significancia que esa práctica presenta.

Como cabe esperar, esa separación entre significado e intereses requiere cierto esfuerzo. Heidegger, por ejemplo, hizo hincapié, en su concepción, en mostrar cómo lo significativo del mundo y el interés puesto en él están intrínsecamente interconectados y *no pueden* ser separados en la vida práctica. ¿Cómo, entonces, puede sostenerse esa separación para el caso de la ciencia? Presumiblemente, la respuesta reside en el hecho de que ni Heidegger ni Habermas sostienen que la ciencia está orientada directamente por el interés humano. Recordemos que esos intereses se suponen trascendentales; o, en el caso de Heidegger, ontológicamente anclados en la estructura del ser humano. Como consecuencia, si los hechos científicos son productos de intereses humanos culturalmente e históricamente determinados, esos intereses son

[29] Al cual, en sus estudios recientes, analiza en términos de la teoría de Searle de los actos de habla. Véase Searle (1969).

apartados por lo menos un paso fundamental de la práctica científica real, a la cual no necesitan revelársele directamente. Pese al hecho de que la ciencia presupone intereses humanos específicos, la práctica científica real puede estar libre no sólo de las estructuras de significación de la vida cotidiana sino también de sus estructuras de intereses.

Con Heidegger, el paso hacia la ontología da como resultado una ciencia definida negativamente, derivada de las interpretaciones, los intereses y las instrumentalidades de la vida cotidiana. Por cierto, el cuadro que obtenemos de la ciencia como un estudio abstracto "teórico" de las propiedades aisladas de los objetos no se funda más que en una descontextualización de la cual ha sido derivado. Como hemos visto (Capítulo VI, sección 2), un estudio del contexto de las teorías científicas rápidamente llamaría la atención hacia las redes de presuposiciones de las cuales se sostiene incluso el estudio más abstracto de propiedades aisladas. Una mirada a la teorización devolvería a la ciencia la base de significado y significancia sin la cual ninguna investigación científica, teórica o no, puede proceder. Y una ojeada sobre el proceso de la experimentación científica incluso podría encontrar funcionando en la ciencia el mismo tipo de tecnicidad que Heidegger postula para la acción práctica. A falta de una recontextualización basada en un estudio de la ciencia, la derivación heideggeriana desde la acción práctica mediante abstracciones da como resultado una teoría que no sólo es peculiar sino simplemente inadecuada.

Con Habermas, esa recontextualización es, al menos en parte, aportada por la noción de acción instrumental, que él asocia con el interés trascendental en el control técnico. A través de la noción de acción instrumental, Habermas establece un vínculo entre la naturaleza fundamental de su interés técnico y la práctica científica real; cabría esperar, sin duda, que una forma de *acción* se manifestara de alguna manera en el trato del científico con la naturaleza como el que se observa en el laboratorio. No obstante, cuando miramos realmente el laboratorio no encontramos nada del comportamiento monológico, libre de presuposiciones (con respecto al significado de los signos) y formalmente racional que Habermas postula para la ciencia.

Por otra parte, si rechazamos la noción de *acción* instrumental y solamente aceptamos la idea de un interés trascendental en el control técnico, no aprendemos mucho de nuevo. Privada de su correlato concreto de génesis histórica en determinadas sociedades, la noción de interés trascendental en el control técnico no parece lograr más que un retorno a la tesis de que el *homo faber* -y no el ideal griego del hombre contemplando la naturaleza- explica el origen histórico de la ciencia.

4. Lo simbólico y el laboratorio

Habermas no nos deja otra opción que tomarnos en serio la noción de acción instrumental como modelo de la forma real de la investigación científica. La fuerza de su teoría -no sólo sólo de su teoría del conocimiento sino también de su teoría de la evolución social- radica en la diferenciación de formas distintivas de la acción y su institucionalización en diversos subsistemas de la sociedad.[30] Estrictamente hablando, la tesis de la instrumentalidad sólo se refiere al corazón de actividades técnicas del laboratorio, y no a todas y cada una de las acciones que realiza un científico. Como se subrayó antes, no estamos hablando de lo que habitualmente se reconoce como el aspecto social de la ciencia, sino de lo que ha sido llamado su aspecto cognitivo; es decir, de las operaciones técnicas o "intelectuales" del científico. No nos estamos refiriendo a las discusiones organizativas de un científico, ni a sus estrategias de carrera, a las que Heidegger difícilmente podría negarles el elemento de interacción simbólica y de interpretación.[31]

Pero ¿qué decir acerca de las manipulaciones experimentales del científico? ¿Podemos eliminar las formas simbólicas de la interacción y la comunicación (y los ciclos de interpretación en los cuales Habermas y otros las basan) del contexto de las operaciones "cognitivas" del

[30] Esta teoría de la evolución está planteada en una serie de ensayos de Habermas (1979).

[31] Por supuesto, la separación entre esas actividades sociales y algo puramente técnico es ella misma problemática, como se plantea en el Capítulo I.

laboratorio? Un modelo que sostiene (como el de Habermas) que la investigación científica es acción, típicamente, básicamente o idealmente instrumentada, y no interpretación simbólica y comunicación, sugiere que podemos. No obstante, aun una breve mirada al laboratorio provee evidencias de que la interpretación es parte de las operaciones científicas o cognitivas tanto como lo es de la interacción cotidiana. Los ejemplos presentados a lo largo de este libro son evidencias. Regresemos por un momento al razonamiento del laboratorio y a ilustrar específicamente esa cualidad interpretativa.

Dado lo que sabemos acerca de la interpretación en la investigación histórica, de la comprensión de la acción-significado por parte del sociólogo o de la interpretación antropológica, ¿cómo deberían ser las evidencias del carácter interpretativo y "hermenéutico" de las investigaciones del laboratorio? De acuerdo con Taylor (1976: 153), el objeto de la interpretación se presenta como "confuso, incompleto, aparentemente contradictorio, de un modo u otro poco claro". Se lo puede describir "en términos de sentido y sinsentido, coherencia y falta de coherencia" como a los objetos simbólicos que constituyen un texto. En el laboratorio, esos objetos simbólicos son aportados por la generación constante de rastros de mediciones; esto es, por gráficos, figuras, diagramas y demás. También son aportados por experiencias vivas tales como un cambio de color, la consistencia de una mezcla, la aparición de un animal de pruebas o el olor de una reacción química.

Tanto los resultados aparentemente objetivados de un procedimiento de medición como los objetos de la experiencia en vivo necesitan interpretación. En primer lugar, deben ser reconocidos como un caso de algo, y de esa manera asimilados a un término cotidiano o concepto científico por medio de los cuales hemos oído que se los somete a interpretación. En segundo lugar, y lo que es quizás más importante, el científico debe "dar sentido" a esos reconocimientos. Esto puede comenzar a ocurrir en el momento en que un ejemplo es reconocido como algo, en aquellos casos en los que las descripciones de observación simples y los términos estándar no se ajustan claramente y por lo tanto exigen tomas de decisiones o procedimientos de identificación

conscientes. Pero la principal cuestión es establecer el "significado" que alguna instancia reconocida asume en el contexto de los intereses de la situación, de la misma manera que el cientista social tiene que establecer el significado de determinado discurso con respecto a los intereses generales de la entrevista.

Los científicos mencionados en el Capítulo III, quienes exclamaron "¡se puso blanca!", proporcionan un ejemplo de un reconocimiento relativamente no problemático de un caso en términos de una observación. Su posterior comentario de que "la proteína se precipitó" establece por lo menos un significado parcial para "se puso blanca" en el respectivo contexto. Si había algo de incompleto, oscuro o confuso en relación con esa afirmación, no fue visible de inmediato. Pero, ¿qué hacemos, entonces, con entradas en el libro oficial de protocolos del laboratorio como la que hallamos en el último capítulo, donde se lee:

> Se lo puso a funcionar en seco usando sólo reactivos y el embudo, y se desarrolló sin problemas. Sin embargo, se encontraron problemas cuando se intentó con el primer material, 286-6A... también se intentó 6B, C. Una interfase oscura, posiblemente imaginaria, apareció sólo después de cerca de 1 1/2 horas, separando una capa superior opaca, violácea, de una capa inferior negruzca. Además, no se pudo ver moverse a la "interfase" cuando se abrió la salida para drenar la fracción de abajo. Finalmente, el filtrado del extracto (sacado de la parte de arriba del embudo) resultó ser poco práctico: el tapón de algodón se recargó del material particulado casi instantáneamente...

Como es obvio, al técnico que escribió esta nota le resultó difícil establecer "lo que le había ocurrido" a su material en términos de la observación. Y del resto de la entrada resulta igualmente claro que el grupo en general tuvo aun más dificultad para interpretar lo sucedido dentro del contexto de los experimentos que se estaban realizando. Huelga decir que a muchos acontecimientos en el laboratorio del cientista natural o tecnológico se los encuentra tan "poco claros" como a los objetos de interpretación que Taylor postula para las ciencias so-

ciales. Si hay algo que las mediciones cuantitativas o las muestras analógicas plantean es un gran desafío de identificación y de interpretación secundaria. Veamos el ejemplo de René, el químico/matemático sumergido en sus datos:

> Pregunta: —¿Y cuando usted obtuvo sus datos sobre la relación entre humedad y estabilidad, el óptimo fue visible de inmediato?
> Respuesta: —No fue visible de inmediato, en realidad. Fue un equívoco... [inaudible, trata de encontrar un hilo]. En realidad, lo que sucedió, rápidamente, fue que trazamos la estabilidad medida por alguna curva, no importa cuál, como función de la temperatura, y encontramos algo que parecía... [busca de nuevo, no puede encontrarlo]. Trazamos el contenido de agua a dos temperaturas, y una era, ah [escribe en el pizarrón] algo como esto, y uno era algo como [esto] de modo que uno podría trazar una línea, digamos... O.K., esto es cero grados y esto es 95 grados, era algo como esto. Ahora miremos nada más esto, porque esto, ah, ésta... ésta fue la primera pista, es decir, lo buenos que eran los datos ¿me entiende?... La mayoría de la gente diría O.K., se trata de [esto], usted sabe... una es alta y la otra es baja, de modo que, O.K., qué es una anomalía aquí... parece como si esta cosa está yendo de esta manera [señala] y resulta en realidad que eso es en realidad lo que hace, nada más que aquí tenemos un pico. Pero si uno quisiera ser descuidado con la observación, fácilmente podría decir que esto es una línea recta y que esto es una línea recta.
> Pregunta: —¿Por qué usted no lo ve como una línea recta?
> Respuesta: —Porque yo no... Porque yo, eh... la mayoría de la gente lo ve... yo estoy siempre buscando algo, alguna anomalía... O.K., eso decía que hay una premisa, la premisa está allí en esa isoterma local... reflejan diferentes clases de cosas... Miramos la físico-química, la resonancia magnética nuclear, la resonancia de centrifugado electrónico, la defracción por rayos X para tratar de mostrar que en realidad... eso no era sólo... que ésos eran reales, que ésos no eran artificios, representaban diferencias reales. Y yo creo... la gente se sigue preguntando algo de eso, pero yo creo, eh... (B-5/3).

Para que un dato aparezca como una "real diferencia", obviamente ha-

cen falta algunos procesos de interpretación, negociación y movilización de información contextual. Igual que el etnógrafo en una cultura extranjera, el científico en el laboratorio se enfrenta con ruidos y con ilimitadas incertidumbres de las cuales extrae sentido valiéndose de conceptos y de procedimientos que por el momento son los aceptados. Como en la etnografía, las incertidumbres relevantes aparecen aquí en el nivel del reconocimiento, de la identificación y de la atribución de un sentido a los datos y las observaciones. No debería sorprender, entonces, que los científicos estén habituados a los premios inesperados que la experiencia viva les puede dar en este proceso de construcción de sentido, un beneficio que algunos cientistas sociales parecen haber olvidado.

Observé un caso en que un científico manipulaba físicamente seis muestras diferentes de proteína antes de tomar sus mediciones. Sorprendido por una diferencia en "la sensación" de algunas de las muestras, tratadas de modo estándar por un método convencionalmente empleado, se puso "receloso" con el método. Como consecuencia, alteró el método para lograr muestras de igual "sensación", traducidas a las respectivas mediciones cuantitativas. Esto le permitió disputar, a través de la publicación, un método "casi universalmente" en uso durante "por lo menos treinta años". Cuando lo interrogué, dijo que "de ciertas cosas uno sólo puede darse cuenta si hace el experimento uno mismo". El mismo tipo de experimentos había sido realizado seis meses antes con la ayuda de un estudiante, pero dado que el científico "nunca había mirado el material" por sí mismo, no sacó "ideas" provechosas y no pudo "extraer algún sentido de los datos" obtenidos por el estudiante.

5. LA TESIS DE LA RETROALIMENTACIÓN

Asumamos el supuesto de que el laboratorio científico es sin duda el *locus* en el cual lo que "es cierto" se construye -y se deconstruye- dinámicamente mediante las actividades que realiza el científico para dar sentido, así como las situaciones sociales son el *locus* en el cual el sig-

nificado se construye dinámicamente en la interacción. Aceptemos también que esas actividades de atribución de sentido tienen más en común con la "comprensión", como un acto en el cual se funden la experiencia y la aprehensión teórica, que con la "explicación", como la "aplicación de proposiciones teóricas a hechos que están establecidos independientemente mediante la observación sistemática".[32] Finalmente, demos por cierto que la circularidad y la preinterpretación de la observación y la experiencia caracterizan no sólo a las ciencias sociales y culturales sino también a las ciencias naturales y tecnológicas.

Queda todavía otra línea de argumentación a examinar: que las relaciones causales en las ciencias culturales y las ciencias sociales son "maleables a la luz del desarrollo del conocimiento humano", lo cual significa que, en principio, pueden ser reconocidas por los hombres, y de esa manera incorporadas a sus acciones de modo tal de transformarlas. Esas alteraciones de la retroalimentación son una consecuencia directa de lo que Giddens llama la "doble hermenéutica" de las ciencias sociales; o sea, el hecho de que aplican sus conceptos (de segundo nivel) a construcciones de primer nivel mediante las cuales los actores sociales ya han preconstruido el mundo social.[33] En la formulación de Giddens:

> Los conceptos y las teorías producidos en las ciencias naturales se filtran con mucha frecuencia en el discurso profano y son apropiadas como elementos de los marcos de referencia cotidianos. Pero eso no tiene relevancia, por cierto, para el propio mundo de la naturaleza; mientras que la apropiación de conceptos técnicos y de teorías inventadas por los cientistas sociales puede convertirlos en elementos constitutivos del propio "tema de estudio" para cuya caracterización se los acuñó, y de esa manera alterar el contexto de su aplicación.

[32] Véase Dilthey (1913-1958, vol. 5: 143) y Habermas (1971: 144) para estos términos.

[33] La idea de una doble hermenéutica y el argumento de las construcciones de primero y segundo nivel se remonta a Schutz. Cf. Giddens (1976: 153 ss.).

Nagel ha señalado que esas predicciones "autocumplidas" o "autonegadas" no son una exclusividad de las ciencias sociales, dado que las observaciones acerca de una serie de acontecimientos en las ciencias naturales también pueden influir sobre el curso de esos acontecimientos. No obstante, Giddens destaca que esa indeterminación es "lógicamente distinta" de las ciencias sociales, en las cuales "el punto es que la 'indeterminación' [...] resulta de la incorporación de conocimiento como un medio de lograr resultados en conductas intencionales".

Al parecer, éstas y otras formulaciones de la tesis de la retroalimentación se apoyan en dos supuestos obvios. Primero, que los seres humanos poseen una agencia causal que no se halla en la realidad natural, y, segundo, que en la realidad social hay un nivel de mediación conceptual (conciencia) mediante el cual esa *agencia causal* es estimulada para responder con acciones que alteran el curso de los acontecimientos. Por cierto, no es el caso aquí debatir si la reflexión consciente o la *mediación conceptual* son rasgos distintivamente humanos; pero sí podemos argumentar en contra de que se restrinja la agencia causal a los seres humanos.

Luego, además, la tesis suscita cuestiones respecto de la conciencia. Primero, no está claro en lo más mínimo que *toda* respuesta conductual a interferencias en el curso de los acontecimientos sociales originadas en conocimientos involucre un nivel de reflexión consciente. Presumiblemente, si ése fuera el caso las técnicas de "concientización" utilizadas por los grupos políticos serían completamente redundantes. Segundo, va casi de suyo que la conciencia de una situación no suscita *automáticamente* una respuesta conductual relevante, y que las condiciones en que lo haga o deje de hacerlo distan de ser claras.

Podríamos conjeturar que un requisito mínimo para una respuesta reflexiva es que el estado de cosas que ha sido puesto de manifiesto disguste. Aun así ese disgusto tendría que ser considerado causalmente efectivo, dados los diversos constreñimientos sociales, psicológicos y materiales que influyen sobre cualquier cambio de un curso de acción. Nuestra propia experiencia práctica en la vida social nos sugiere también que la conciencia y la reflexión no son más que

una clase de variable abierta a la manipulación en el complejo proceso de los acontecimientos, y no el *sine qua non* de su cambio simbólico y su variación.

Además, puede argumentarse que si la realidad social es simbólica, el hecho de que una interferencia en ella (por ejemplo, mediante la comunicación) y cualquier respuesta potencialmente capaz de cambiar los acontecimientos (mediante la reflexión) *también* serán simbólicas, no alude a otra cosa que a la especificidad de las herramientas, los problemas y los procedimientos de un particular dominio. No obstante, esa especificidad de ningún modo está ausente en las ciencias naturales. Después de todo, nadie sostiene que la realidad de los cuerpos físicos y la de las colmenas sea una y la misma en las "unificadas" ciencias naturales, o que exijan el mismo tipo de herramientas y de procedimientos de investigación.

Lo que importa, quizás, es que alguna conjunción de acontecimientos previamente dada pueda ser cambiada por interferencias *apropiadas* con esos acontecimientos en condiciones especificables. Si aceptamos esa formulación, la conciencia humana y sus especificidades podrían ser distintivas de algunas ciencias sociales. Pero, al mismo tiempo, ellas son el *equivalente* de lo que en las disciplinas biológicas son las respuestas instintivas y sus especificidades, o de la acción de fuerzas entre los cuerpos físicos y las especificidades que *ellos* exigen. Esto reduce nuestro grandioso modelo de distinción entre las dos ciencias a la ya largamente conocida noción de que las diversas ciencias y especialidades construyen diversamente como dominios específicos sus dominios de objeto y actúan –y son llamadas a actuar– en consecuencia.

Si la referencia a la conciencia no necesariamente marca la diferencia, ¿qué ocurre con el supuesto de la agencia causal a la cual aludimos antes? Podríamos incluso sugerir que es precisamente la idea de la agencia causal lo que subyace en todo el argumento de la conciencia, dado que este último por lo general se combina con alguna referencia a la acción o respuesta activa. Para el cientista social, la idea de la acción como una agencia autogobernada, interpretada (en

contraposición con la conducta), es familiar por lo menos desde Max Weber. En contraste con ese concepto de agencia, el paradigma clásico de las ciencias naturales define los acontecimientos directamente yuxtapuestos a cualquier concepción de la acción.

Como lo resume Bhaskar (1978: 79 ss., 87), ese paradigma supone 1) que la causación es externa a los acontecimientos, 2) que la materia es pasiva, 3) que las entidades fundamentales son atómicas, 4) que no hay estructura interna y pre-formación de entidades y 5) que la diversidad cualitativa es secundaria. Bhaskar sostiene que la idea de que la fuente, disparador o estímulo de los acontecimientos en las ciencias naturales es siempre *extrínseco* y de que los objetos de la ciencia natural son pacientes antes que agentes "es un puro prejuicio" cuyos orígenes pueden rastrearse en una visión mecánica del mundo ya abandonada desde hace mucho por la física. Esa visión debe ser reemplazada por una concepción de los acontecimientos como "cosas", que poseen poderes y contingencias que podrían haberse comportado de un modo distinto al que en realidad se comportaron.[34] Y así, las leyes deberían ser vistas como "enunciaciones acerca de tendencias de las cosas que pueden no actualizarse y pueden no ser manifiestas a los hombres".

Pero si las "leyes" de las ciencias naturales y tecnológicas ya no son vistas como afirmaciones acerca de conjunciones *constantes* de acontecimientos o experiencias, la tesis que sostiene que *no hay* tales conjunciones constantes de acontecimientos en la vida social *debido* a una causalidad distintivamente diversa respecto de la del mundo natural también es equivocada. Permítaseme citar con un poco más de detalle una concepción de un mundo natural que reconoce la agencia causal de sus objetos, dando crédito a los desarrollos modernos de las ciencias físicas y biológicas.[35]

> Reflexionemos, por un momento, sobre el mundo tal como lo conocemos. Parece ser un mundo en el cual se hacen y acontecen toda clase

[34] Cf. En particular Harré (1970) y Harré y Madden (1975).
[35] Tomado de Bhaskar (1978: 105).

de cosas que son susceptibles de ser explicadas de diversas maneras pero para las cuales rara vez –o quizás nunca– *es posible una predicción deductivamente justificada.* Parece tratarse, pese a ello, por lo menos, de un mundo de agentes incompletamente descripto. Un mundo de vientos y mares, en el cual los frascos de tinta se golpean y las puertas se abren, en el cual los perros ladran y los niños juegan; un mundo de cebras y cruzas de cebras, partidos de cricket y juegos de ajedrez, meteoritos y clases lógicas, líneas de montaje y tortugas de aguas profundas, erosión del suelo y costas de ríos que se desmoronan. Ahora ninguno de ellos es descripto por ninguna ley de la naturaleza. Y, lo que quizás es más sorprendente, *ninguno parece gobernado por ellas.* Es cierto que el recorrido de mi lapicera no viola ninguna ley de la física. Pero tampoco está *determinado* por ninguna. Las leyes no describen los patrones o legitiman las predicciones de ningún tipo de acontecimientos. Antes bien, al parecer, ellas deben ser concebidas, por lo menos en lo que respecta a las cosas ordinarias del mundo, como *límites situantes y como constreñimientos de los tipos de acciones posibles para un determinado tipo de cosa* (cursivas mías).

Si la agencia causal no se ha de limitar a los actores del mundo social, entonces las reacciones que cambian acontecimientos como respuesta a interferencias con esos agentes ya no nos sirven como rasgo distintivo de la vida social, y habrá que hacerle un lugar a la historicidad (en el sentido de cambios causados del curso de los acontecimientos) en la naturaleza. Si se piensa que las leyes naturales especifican las condiciones y limitan las posibilidades de tipos de acciones relevantes, y no se las piensa como conjunciones constantes de acontecimientos reales, entonces la aparente falta de tales conjunciones constantes de acontecimientos en la vida social ya no es una característica diferenciadora entre los mundos social y natural.

Por el contrario, una concepción de "leyes" sociales que especificaran las condiciones y limitaran las posibilidades de los tipos de acciones sociales parece bastante compatible con todos los rasgos distintivos comúnmente atribuidos a lo social por oposición a la realidad natural, por ejemplo el carácter "único" de los acontecimientos sociales o la "variabilidad histórica y cultural" de las generalizaciones empíricas mencionadas antes; o la "impredecibilidad" de los acontecimientos sociales y la necesidad de adaptar procedimientos y técnicas sociales a campos de acción concretos.[36] Esa compatibilidad es confirmada por las analogías que comparan las leyes *naturales* con las *reglas* de un juego y los acontecimientos empíricos con su real juego en una particular ocasión (cf. Anscombe, 1971: 21).

Esas analogías nos recuerdan las famosas tesis de Winch de que la realidad social debe ser explicada en términos de reglas más que de leyes naturales, como tradicionalmente se las concebía (1958). Si las leyes de la naturaleza tienen que ser entendidas como enunciados "nórmicos y transfácticos" *análogos* a reglas,[37] ¿cómo habría que remodelar el deslinde de Winch de las ciencias sociales, que reposa sobre una diferencia presuntamente esencial entre reglas sociales nórmicas y leyes naturales fácticas? Mucho depende, por supuesto, de que se especifique más qué carácter tiene lo reglado en las ciencias naturales. Por ejemplo ¿podemos pensar esas reglas como una función de algún estado dado y posiblemente durable de un determinado universo de acontecimientos que está sometido, él mismo, a cambios efectuados por agencias, en contraste con la idea de invariantes previamente aceptadas?

Pero como ya he sugerido, el punto aquí no es atacar el problema de una adecuada concepción epistemológica sobre el carácter atribuido a las regularidades en las ciencias sociales y naturales, ni intentar replantear la cuestión de la distinción entre esos dos mundos. Tampoco puede esta exposición argumentar en favor de una reunificación de los respectivos campos de investigación en cuanto a sus métodos y sus técnicas concretos. De lo que se trata aquí es de reconsiderar la distinción, rutinariamente hecha y rutinariamente citada,

[36] La última tesis se encuentra más a menudo en las exposiciones de problemas de aplicación de las ciencias sociales que en los debates epistemológicos. Véase, por ejemplo, Lazarsfeld y Reisz (1975).

[37] Véase Bhaskar (1978: 92).

entre las ciencias naturales y las sociales, a la luz de nuevas concepciones referidas a la investigación y la metodología de las ciencias naturales. Mi argumento es, sobre todo, que en cuestiones técnicas el razonador científico es un *razonador simbólico* cuyas selecciones son sostenidas por las interpretaciones que constituyen tanto el discurso viviente como el congelado (en *scripturas* e instrumentos) de un área.

Conclusión
Las principales tesis de este libro

Resumamos brevemente las principales tesis del libro señalando una vez más las concepciones distintivas propuestas en los capítulos precedentes. Primero, hemos dicho que las operaciones "cognitivas" de la investigación científica se muestran ante una epistemología empírica como *constructivas* antes que descriptivas, y hemos explicado la constructividad en términos del carácter "cargado de decisiones" de la producción de conocimiento. Cabe señalar que hemos vinculado la selectividad incorporada en los productos de la ciencia con un proceso social de negociación situado en el tiempo y en el espacio, y no con una lógica de las decisiones individuales. En segundo lugar, hemos señalado la *indeterminación* y la *contingencia contextual* –más que la universalidad no local– como inherentes a la práctica científica. Hemos asociado esa contingencia contextual con una lógica de la investigación oportunista y hemos considerado la indeterminación como constitutiva de –y no destructiva de– la idea de cambio científico. Tercero, hemos ilustrado el *razonamiento analógico* que orienta la lógica oportunista de la investigación, y considerado la circulación de ideas a través de la analogía como parte del proceso de recontextualización y transformación. Cuarto, hemos postulado que *campos transcientíficos variables* atravesados y sostenidos por relaciones de recursos, y no los grupos de pertenencia profesional como las "comunidades científicas", constituyen las redes de las relaciones sociales en las cuales los científicos sitúan su acción de laboratorio. Quinto, hemos ilustrado, en el caso del artículo científico, el proceso de *conversión* (o *perversión*) con el cual debe asociarse la circulación de objetos científicos en una realidad caracterizada por tipos de acciones locales, contextuales y so-

cialmente situadas. Y hemos argumentado que a ese proceso de conversión se lo puede ver como un mecanismo de conexión social –mediado por la fisión y fusión de intereses– que opera en los campos transcientíficos. Finalmente, hemos cuestionado, sobre la base de lo aprendido de una sociología empírica del conocimiento, la distinción que se acostumbra trazar entre las ciencias del hombre y las del mundo natural. Hemos pasado revista a las líneas de argumentación que muestran a la razón científica como una razón simbólica e interpretativa y hemos sostenido que la cuestión de la *unidad de las ciencias* ameritaría una reconsideración.

Como se plantea en la *Introducción*, las principales tesis de este libro se basan en una investigación antropológica de la producción de conocimiento. He afirmado que la fuerza del enfoque reside en la promesa de una *metodología sensitiva* –por oposición a fría–, que creo que será útil para los estudios sociales de la ciencia. Considero que los resultados obtenidos hasta ahora son un primer paso hacia una antropología del conocimiento a la cual futuros estudios tendrán mucho que aportar, tanto en las otras áreas de investigación como en conocimiento práctico y técnico. Es innecesario señalar que en las actuales sociedades "tecnológicas", una hegemonía sobre lo que puede ser considerado como conocimiento parece ser sostenida por las ciencias, cualquiera sea su objeto de estudio. El presente libro es un ensayo sobre la naturaleza de la producción y reproducción del conocimiento que esas ciencias ejemplifican.

Anexo 1

La primera versión oficial del artículo científico, incluyendo las correcciones sugeridas por un co-autor senior

3

Introduction

Potato tubers, henceforth called potatoes, contain an average of 2.1% crude protein on a fresh weight basis and provide the world with 6 million metric tons of protein per year (Markakis, 1975). Since about 1/3 of the crude protein of potato juice is coagulable it has potential as an egg white substitute in some food systems (Rosenau et al., 1976). Nitrogen balance studies with human adults have shown potato protein to be superior to most major plant proteins, approaching the value of whole egg (Kofranyi and Jekat, 1965; Jekat and Kofranyi, 1970; Meister and Thompson, 1976).

Potato processing plant waste effluents such as from potato starch, chips, French fries factories, represent a potential source of valuable protein. About 268 metric tons of potato protein (crude protein) are utilized in the U.S. for food processing (Agricultural Statistics, 1976). According to Kramer and Krull (1977) only 20 - 30 % of the vegetable plants is utilized directly for human consumption in the U.S. If the remaining 70-80 % of the material could be converted into nutrients, total nutritional resources could be vastly increased and at the same time the waste disposal problem could be minimized. For instance 25,000 metric tons of potato

~~protein could be recovered~~ from the wastes of the starch mills of the Netherlands (De Noord,1975) and 2,000 metric tons in Austria (Wohlmeyer,1974).

3a

~~An efficiently operating~~ 30 metric tons/ day starch plant discharges ~~around~~ 450 - 760 m³ of protein water daily containing ~ 6 metric tons. ~~Another liquid stream of ... liters/day comes from the flumes and washers. Since this stream contains very little BOD, it should be separated from the protein water.~~ The protein water contains ~~around~~ 55% of the BOD leaving the plant; ~~the another 45% is in the pulp and the skin~~ (Strolle,1976).

The protein water (fruit water) is one of the wastes from potato starch ~~factories~~ which contains all the water soluble constituents of the potato . The soluble solids contain about 35 % crude protein (~1/3 heat coagulable; ~ 2/3 amino acids, amides etc.), 35 % total sugars, 4% organic acids, 20% minerals and 6% others (carbohydrates etc.).

4

~~In 1971~~ Stabile et al. presented an economic analysis of alternative methods for processing potato starch effluents ~~such as concentration by evaporation, protein recovery by heat treatment, ion exchange, biological treatment and combinations of these alternative methods.~~ ~~At the time of this study~~ only concentration of effluents by evaporation appeared economically feasible. Vlasconu et al. calculated about $ 2.16 per metric ton of processed potato to cover profit, capital costs and operational expenses if starch, pulp and protein is recovered. ~~It is interesting to note that fast plants in the U.S.A. have produced about 18.1 metric tons of potato per acre (4047 m²). This yields about 4.62 metric tons of starch (worth ~ $ 520), 0.73 metric tons of pulp (~ $ 64) and 0.73 metric tons of 50% protein meal (~ $ 160). In comparison, soybeans produce about 0.32 metric tons of protein per acre and alfalfa about 1.09 metric tons.~~ Potato proteins are recovered commercially from potato starch wastes in different European countries (Anon.,1957; Huchette and Fleche,1976; Vlasblom and Peters,1958).

The most common way to coagulate potato protein is ~~by~~ heat precipitation (~~mainly~~ 95 to 100°C) with or without adjusting the initial pH of the waste effluents (Knorr,1977; ~~Stabile et al.,1971~~). Hydrochloric acid, sulfuric acid and polyphosphoric acid are ~~mainly~~ used for the pH adjustment ~~(...)~~ from a cost point of view ~~as well as considerations of adding phosphoric acid or sulfuric acid to public water~~, hydrochloric acid ~~would~~ be preferred (Meister and Thompson,1976). ~~A common sequence of~~ heat coagulated potato protein concentrates (PPC) ~~is~~ ~~the resulting~~ low nitrogen solubility (~5 - 10%). ~~Good~~ solubility of PPC could markedly expand ~~potential~~ applications of proteins (Kinsella 1976).

5

Another important disadvantage of heat coagulation are the energy costs for concentration and heating of the diluted waste effluents.

Ferric chloride which is used in sewage work could be another coagulant for the recovery of [illegible]. It is relatively inexpensive, has acidic properties and the trivalent iron ion is a good nucleating site for large floc formation (Daniels, 1974). Another advantage of ferric chloride is that the waste effluents do not have to be heated. The iron recovered with the protein could add to the nutritional significance of a recovered product. Meister and Thompson (1976) showed at laboratory scale that $FeCl_3$ compared at room temperature favorable with hydrochloric acid.

The aim of this work was to find an alternative precipitation method resulting in a yield comparable to that of protein recovered by means of the most commonly used acid/heat treatment method, while achieving a more acceptable quality of the PPC needed for the application in human foods.

Materials and Methods

Preparation of Protein Water

Because of the inconvenience of transporting a dilute solution and [illegible] possible compositional changes, it was decided to simulate processing water in the pilot plant [illegible] to compare different precipitation methods. 1.1 metric tons of Russet Burbank potatoes (crude protein content = 2.5%, total solids = 23%) were used. They were loaded into

* typical wastes from potato starch factories contain about 1% solids

a modified drag chain feeder (Model A632-44, Arnold Dryer Company,) and metered into a 98 cm diameter vertical hammermill with swinging hammers (Owens Mfg.Co., Verdon, Nebraska) followed by a Morehouse mill (Model 330, Morehouse Ind.Inc., Los Angeles, Ca.) The slurry was diluted with water (about 1:1) and centrifuged at 3,900 x g by using a horizontal decanter type flow centrifuge (Type P-3000 S, Sharples Co., Philadelphia, Penn.) to remove the starch. The crude protein content of the resulting protein water was 1.2 % and the concentration of total solids 2.2%.

Preparation of PPC

The protein water was divided in equivalent parts (figure 1).

FIGURE I

pH values of 4.8 and 3.0 were adjusted by using 2N HCl. One batch was adjusted to pH 3.0 by using a 28% aqueous solution of $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. The two batches at pH 3.0 were stirred (Model AG 100, Lightnin) in a holding tank for one hour at 20 ± 2°C and the precipitate was recovered by using a high speed, disk type, solids discharging centrifuge, with 31 cm bowl diameter and RCF_{max} = 14,300 xg (Model BRPX-207 S, De Laval Separator Co., Poughkeepsie, N.J.). The batch with the pH level of 4.8 was stirred for 15 minutes and then heated by steam injection (Model M 8000, Strahman,) (Edwards et al., 1975). The heat coagulate was pumped into an open topped stainless steel coagulation tank (Mohno pump type 330, Robbins & Myers Inc., Springfield, Ohio) [illegible] it was pumped through a plate type heat exchanger (Model SC-3196, Creamery Package Co., Chicago, Ill) and cooled to 25 ± 2°C. For the

7 something missing

7

of these precipitates the solids discharging centrifuge was also used. The pH of the protein concentrates was then adjusted to 7 and the concentrates spray dried at an inlet temperature of the air of 210 - 220ºC and an outlet temperature of 105 - 110ºC conical-type laboratory model, Bowen Eng. Inc., North Branch, N.J.

Analytical procedures

The standard AOAC (AOAC, 1975) methods were used for the determination of total solids, nitrogen, crude fat, total sugar, ash, carbohydrate and Vitamin C. Amino acids were determined using the methods decsribed by Kohler and Palter (1967). The Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy (Analytical Methods, 1973) were used for the determination of calcium, iron, magnesium and sodium. Trichloracetic acid was used for the determination of coagulable protein (Finley and Hautala, 1976). Nitrogen solubility was after Betschart (1974), water absorption capacity after Sosulski (1962) and fat absorption capacity after Lin et al. (1974). For the determination of the whipping properties the method described by Lawhon et al. (1972) was used. The examination of bread texture is described by Knorr (1977). All determinations were done in 2 to 6 replications.

Results and Discussion

Figure 2 shows the relationship between coagulable protein (N x 6.25) remaining in solution and pH for the various precipitation methods used.

Figure 2

8

In table 1 a compilation of the results of the pilot plant experiments is given for the different precipitation methods.

The results of experiments on laboratory scale show that $FeCl_3.6H_2O$

PROTEIN RECOVERY

compared favorable with HCl+heat treatment in the amount of coagulable protein recovered from the protein water. By using a trichloracetic acid/heat method (Finley and Hautala, 1976) 37 ± 2% of the crude protein of the protein water could be recovered. 40 ± 1% were coagulable with $FeCl_3$ at pH3 (108 % of the trichchloracetic acid/heat coagulable protein) and 35 ± 2% with HCl/heat treatment (95% of the trichloracetic acid coagulable protein).

The data of the pilot plant studies gave similar results. All of the coagulable protein could be precipitated by $FeCl_3$ treatment at pH and with HCl/heat treatment. By using HCl at RT as coagulant only 62% of the coagulable or 23 % of the crude protein could be recovered. The amount of hydrochloric acid and iron(III)chloride hexahydrate to adjust the pH of the protein water is calculated per kg recovered protein (dm) and also given in table 1.

TABLE 1

The amount of $FeCl_3.6\ H_2O$ is relatively high. One decrease this amount by increase of the pH level for the precipitation to 4.0 or This pH gives only less recovered protein than at pH 3.0. only 0.9 kg $FeCl_3.6H_2O$ / kg protein are needed. Experiments which are under way that most of the iron used can be recycled by separation of the precipitated $Fe(OH)_2$.

COMPOSITION

The results of proximate analyses of the spray dried PPC (table 2) indicate an

TABLE 2

amount of 78.2 % crude protein (N x 6.25) for the HCl/heat treatment 65.6 % for the HCL and 57.5 % for the $FeCl_3.6H_2O$ treatment. The ash content is about 25 % for the proteins precipitated at RT. One explanation for the high ash concentration of these PPC is the higher adsorption capacity

9

any basis for this explanation?

of proteins : coagulated at RT in comparison to the heat coagulated proteins. The inclusion of the "washing step" (additional separation of the concentrate after dilution with water) resulted in an increase of the crude protein content of the protein recovered with $FeCl_3$ of 12% and an decrease of the ash of 26%.

It is of interest that the PPC recovered with $FeCl_3$ contained about 15 mg total Vitamin C/ 100 g. The most remarkable differences of the recovered PPC for a potential use in food systems exist in the nitrogen solubility (figure 3).

FUNCTIONAL PROPERTIES

remarkable difference! Explanation ? $FeCl_3$ + Vit.C

FIGURE 3

The nitrogen solubility of the PPC recovered with $FeCl_3$ ... higher than the solubility of the PPC recovered with HCl/heat.

Water absorption capacity is low for the PPC recoverd with $FeCl_3$ in comparison to the other precipitation methods used. (Table 2) The advantage or disadvantage of this property depends on the application of the PPC in various food systems. In the case of protein fortification of bread, proteins with low water absorption capacity gave better loaf volumes than proteins with a high one. Fat absorption capacity, whipping properties and bread texture are practically equal for all 3 products. (Table 2)

In table 3 the results of amino acid analyses of the PPC and FAO data (FAO,1970) for potato protein are given.

TABLE 3

With the exception of arginine and aspartic acid, all amino acid concentrations of the PPC are higher or equal to the FAO data. The high methionine and cystine concentration of the recovered ... is of special

TONI

10

interest because these amino acids are poor in potato protein [Scrimshaw and Young,1976).

TONI

In summary the results of this study show that protein precipitation with iron(III) chloride at RT is comparable to HCl/heat treatment ... the yield of protein recovered, some functional properties and the amino acid composition. The advantages of ... $FeCl_3$ are reduced energy costs, ... and excellent nitrogen solubility of the resulting PPC.

In pilot plant studies with "potato cut water" from a commercial potato processing plant 97 % of the trichloracetic acid/heat coagulable protein could be recovered by using $FeCl_3$ for the protein precipitation.

P3 see original

this has been discussed?

The iron content of this concentrate could be reduced to < 1% Fe (dm)

Data showed ... in R&D ... warrants it

Anexo 2

La versión final, publicada, del artículo científico

POTATO PROTEIN CONCENTRATES: THE INFLUENCE OF VARIOUS METHODS OF RECOVERY UPON YIELD, COMPOSITIONAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Berkeley, CA 94710

Received for Publication October 4, 1977

ABSTRACT

Potato processing effluents represent a potential source of valuable protein as well as a major waste disposal problem. Potato protein is commonly recovered by heat (in excess of 90°C) with pH adjustment between 3.5 and 5.5. The present study compared yield, and some compositional, and functional characteristics of potato protein concentrate (PPC) recovered with either HCl or $FeCl_3$ (pH 3.0, 20–22°C), or HCl/heat (pH 4.8, 98–99°C). Under pilot plant conditions, recoveries of 22.7, 36.7, and 37.5% of the crude protein (N × 6.25) were obtained with HCl, $FeCl_3$, and HCl/heat, respectively. Crude protein content of the PPC precipitated by HCl, $FeCl_3$, and HCl/heat were 65.6, 57.5, and 78.2% respectively. Ash and vitamin C values were higher in those PPC recovered at room temperature, with Fe content being highest in the PPC recovered with $FeCl_3$. The nitrogen solubility of the $FeCl_3$ precipitate, at pH 7.0, was 1.5 and more than 7 times that of the HCl, and HCl/heat precipitates, respectively. Whipping capacity of PPC was not influenced by precipitation method. The most favorable fat absorption and water absorption capacities were exhibited by the HCl and HCl/heat precipitates, respectively.

INTRODUCTION

Potato tuber(s), henceforth termed potato(es), contain an average of 2.1% crude protein on a fresh weight basis. Annual, world-wide production of potato protein is ≈ 6 million metric tons (Markakis 1975). In the U.S., approximately 268,000 metric tons of crude potato protein

(N × 6.25) are available annually (U.S. Dept. of Agr. 1976). A portion of this potato protein is in the form of processing waste effluents resulting from the manufacture of potato starch, flakes, granules, chips and french fries. Approximately one-third of the crude protein in the waste effluent (potato juice) may be recovered with heat or a trichloracetic acid/heat treatment.

Potato protein is recovered from the effluents of potato starch manufacture in various European countries. Quantities such as 2,000 and 25,000 metric tons of potato protein are potentially available annually in Austria and The Netherlands, respectively (De Noord 1975; Huchette and Fleche 1976; Vlasblom and Peters 1958; and Wohlmeyer 1974). The waste effluent from potato starch plants contains 2–5% solids, and accounts for ≈ 55% of the BOD leaving the plant. A typical composition of the soluble solids is: 35% crude protein, 35% total sugars, 20% minerals, 4% organic acids, and 6% others.

There has been interest in the recovery of potato protein during the past 60 years, and several methods have been reported. Generally, these methods consist of heat coagulation, heat coagulation with pH adjustment, pH adjustment alone with HCl, H_3PO_4, $FeCl_3$, or H_2SO_4, ion exchange chromatography, and reverse osmosis. Proponents of heat coagulation (Strolle *et al.* 1973; Vlasblom and Peters 1957; and Xander and Hoover 1959) most commonly use temperatures in excess of 90°C. When pH adjustment is used, it is usually between 3.5 and 5.5. Meister and Thompson (1976) demonstrated, in laboratory experiments, that $FeCl_3$ compared favorably with HCl as a precipitant of potato protein. Ion exchange chromatography has been used to recover protein, amino acids and potassium from potato waste streams (Heisler *et al.* 1972), and Porter *et al.* (1970) studied the use of reverse osmosis for potato protein recovery.

Heat coagulation is the most commonly used method to commercially recover potato protein. The energy costs of concentrating and heating the dilute waste effluent are a disadvantage of this method. In addition, heat coagulated protein is, generally, quite insoluble, which could limit some potential food applications. Of those acids used for pH adjustment, HCl is preferred in terms of cost and potential hazards to the public water supply. With the use of $FeCl_3$ as the precipitant, any Fe recovered with the protein could add to the nutritional value of the final product.

The amino acid balance of potato protein is quite favorable. Nitrogen balance studies with human adults have shown potato protein to be superior to most major plant protein, with its nutritive value approaching that of whole egg (Kofranyi and Jekat 1965; Jekat and Kofranyi 1970; and Meister and Thompson 1967).

An economic analysis of alternative methods for processing potato starch effluents was conducted by Stabile *et al.* (1970). At that time, the authors concluded that concentration of effluents by evaporation appeared to be the only economically feasible method. An up-dated economic analysis may be warranted in light of increased energy costs.

The purpose of this study was to compare the effectiveness of HCl, $FeCl_3$, and HCl combined with heat, as precipitants of potato protein in the laboratory, as well as under pilot plant conditions, and to evaluate some compositional, nutritional and functional characteristics of the protein concentrates recovered by these three methods.

MATERIALS AND METHODS

Preparation of Potato Protein Concentrate

Potato processing water was simulated in the pilot plant. Washed Russet Burbank potatoes (1.1 metric tons), containing 2.5% crude protein (N × 6.25) and 23% total solids, were used. The potatoes were loaded into a modified drag chain feeder (Model A 632-44, Arnold Dryer Co., Milwaukee, Wisc.) where 0.2% (w/w) $NaHSO_3$ was added to inhibit darkening of the potatoes. The potatoes were then metered into a 98 cm diameter vertical hammermill with swinging hammer (Owens Mfg. Co., Verdon, Neb.) followed by a Morehouse Mill (Model 350, Morehouse Ind. Inc., Los Angeles, CA). The slurry was diluted with water (= 1:1 v/v) and insoluble solids were removed by centrifugation at 3,200 G in a horizontal flow, decanter type centrifuge (Type P-3000 S, Sharples Co., Philadelphia, Penn.). The resulting supernatant, pH 5.6 contained 1.2 and 2.2% crude protein and total solid, respectively.

The aqueous solution containing the soluble protein (protein water) was equally divided into three portions and processed as outlined in Fig. 1. Two batches were adjusted to pH 3.0 and 4.8, respectively, with 2N HCl. The third was adjusted to pH 3.0 with a 28% (w/w) aqueous solution of $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. The two batches at pH 3.0 were stirred (Model Ag 100, Mixing Equipment Co. Inc., Rochester, N.Y.) in a holding tank for 1 hr at 20–22°C. The precipitates were recovered by using a high speed, disk-type solids discharging centrifuge, with 31 cm bowl diameter and a RCF_{max} of 14,500 G (Model BRPX-207 S, De Laval Separator Co., Poughkeepsie, N.J.). The batch adjusted to pH 4.8 was stirred for 15 min and then heated by steam injection to 98–99°C (McDaniel Suction Tec, Dairy Industries Inc., Foster City, CA) as described by Edwards *et al.* (1975) The heated coagulum was then pumped

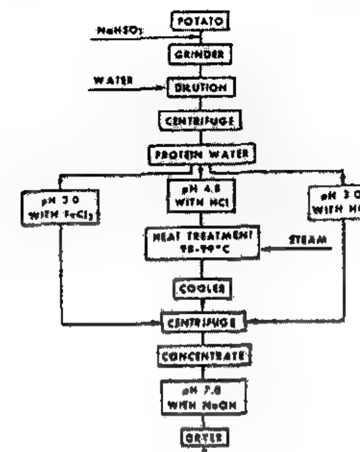


FIG. 1. SIMPLIFIED FLOW DIAGRAM FOR THE RECOVERY OF POTATO PROTEIN CONCENTRATES IN THE PILOT PLANT PROCESS

(Moyno pump type 380, Robbins & Myers Inc., Springfield, Ohio) through a plate type heat exchanger (Model Sc-3196, Creamery Package Co., Chicago, Ill.) where it was cooled to 24–26°C. The solids discharging centrifuge was used for the collection of this precipitate.

After collection by centrifugation the total weight of the concentrates was determined and samples were taken for Kjeldahl analysis. The yield was calculated as the amount of crude protein in the concentrates as a percent of the total amount in the protein water (see Table 1). The pH of each of the precipitated protein concentrates was adjusted to pH 7 with 2N NaOH. The concentrates were then spray dried at an air inlet temperature of 200–210°C and an outlet temperature of 105–110°C (Conical-type, laboratory model, Bowen Engineering Inc., North Branch, N.J.).

One experiment was conducted in the pilot plant on "potato cut water" obtained from a commercial potato chip processing plant. The effectiveness of the three precipitation methods, i.e. HCl, $FeCl_3$ and HCl/heat, was evaluated.

Table 1. Recovery of potato protein concentrates in the pilot plant by various methods

	Precipitation Method		
	HCl at RT pH 3.0	$FeCl_3$ at RT pH 3.0	HCl/Heat pH 4.8
	--	-- % --	--
Recovery of Crude Protein	22.7	36.7	37.5
Recovery of TCA/heat Insoluble Protein	61.5	99.4	102.0

Methods for Analysis and Functional Properties

The standard AOAC methods (AOAC 1975) were used for the determination of total solids, nitrogen, crude fat, ash and vitamin C. Total sugars were determined by the method of Potter *et al.* (1968) and total carbohydrates (in terms of glucose) were assayed according to the procedure of Dubois *et al.* (1956). The method of Kohler and Palter (1967) was followed for determining amino acid composition. Procedures outlined in Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy (Analytical Methods 1973) were used for the determination of calcium, iron, magnesium and sodium. Trichloracetic acid (TCA)/heat treatment, as reported by Finley and Hautala (1976), was employed to determine TCA coagulable protein of the protein water. For the determination of coagulable protein of the protein water at different pH levels (see Fig. 2) the pH was adjusted with 2N HCl and 28% (w/w) $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ solution at room temperature and filtered after 60 minutes through an S & S 576 filter paper. The nitrogen content of the filtrate was determined by Kjeldahl analysis. In the case of HCl/heat treatment the pH was adjusted and then the protein water was heated to 95°C for 10 min, cooled to room temperature and filtered after 50 min. A previously described method was used to evaluate nitrogen solubility (Betschart 1974). Water absorption capacity, fat absorption capacity, and whipping capacity were determined using minor modifications of the methods of Sosulski (1962), Lin *et al.* (1974) and Lawhon *et al.* (1972), respectively, as described by Betschart and Kohler (1975).

All experiments, with the exception of nitrogen solubility, were conducted at the initial pH attained. The means of laboratory experiments are the result of from 2 to 5 replications. Pilot plant data are based upon a single run with analyses of these samples carried out in from 2 to 5 replications.

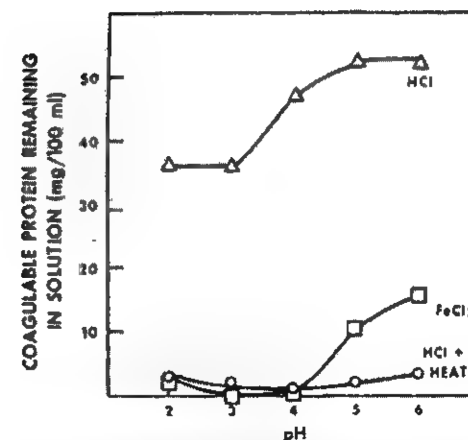


FIG. 2. RELATIONSHIP BETWEEN TCA HEAT INSOLUBLE PROTEIN REMAINING IN SOLUTION AND PH FOR THE DIFFERENT PRECIPITATION METHODS

RESULTS AND DISCUSSION

Protein Recovery

Laboratory experiments showed that $FeCl_3$ compared favorably with HCl/heat treatment at pH 2–4 with respect to the amount of coagulable protein recovered from the protein water (Fig. 2). At pH 5 and 6 HCl/heat was the most effective precipitation method studied.

By the use of TCA/heat, in combination, 37 ± 2% of the crude protein in the protein water was recovered (termed coagulable protein). Recoveries of crude protein by HCl, $FeCl_3$, and HCl/heat precipitation methods were 23 ± 1, 40 ± 1, and 35 ± 2%, respectively. These recoveries represented 62, 108, and 95% of the coagulable protein by HCl, $FeCl_3$, and HCl/heat precipitation, respectively. Thus, at pH 3.0 $FeCl_3$ was more effective than HCl in recovering potato protein concentrate (PPC). Meister and Thompson (1976) also found $FeCl_3$ to be more effective than HCl as a precipitant of potato protein. They reported that, at pH 3.0, 31 and 36% of the crude protein were recovered by HCl and $FeCl_3$ precipitation, respectively. From these data it is also apparent that Meister and Thompson achieved more effective results

with HCl and somewhat less effective results with $FeCl_3$ when compared with results reported in the present study.

Results obtained in the pilot plant with simulated waste effluent indicated that $FeCl_3$ and HCl/heat were equally effective in recovering protein (Table 1), with HCl recovering significantly less crude protein. Quantities of protein recovered by HCl and $FeCl_3$ were 62 and 99%, respectively, of the TCA/heat coagulable protein. The recovery of PPC by various methods was also studied in the pilot plant with commercial "potato cut water." Thus, results were similar to those obtained with simulated potato processing water. By using $FeCl_3$ as a coagulant, 97% of the TCA/heat coagulable protein could be recovered.

The quantity of $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ required to precipitate PPC was 1.6 kg per kg protein (dm). By raising the precipitation pH to 4.0, 0.9 kg $FeCl_3 \cdot H_2O$ would be needed per kg protein. Although laboratory experiments by the authors indicated that slightly less protein would be recovered at pH 4.0 (Fig. 2), Meister and Thompson (1976) showed that $FeCl_3$ precipitation produced maximum recovery at pH 4.0.

Composition

Proximate analyses of the spray dried PPC revealed that the crude protein contents of the HCl, $FeCl_3$, and HCl/heat precipitates were 65.6, 57.5, and 78.2%, respectively. In addition to the differences in protein content of the PPC recovered by various methods, major compositional differences were observed for ash, vitamin C, iron and sodium (Table 2). The increased ash content associated with HCl precipitation at room temperature was also observed by Meister and Thompson (1976), who noted that HCl recovered more total solids from the effluent than does precipitation by HCl/heat. The PPC precipitated at ambient temperatures with HCl and $FeCl_3$ would be more appropriate for human consumption if ash values were reduced. Vitamin C content (15–18 mg/100 g) was significantly higher in those PPC recovered at room temperature, whereas the $FeCl_3$ precipitate was markedly higher in iron than the other two precipitates.

Functional Properties

With the exception of whipping capacity, those functional properties of PPC evaluated were markedly influenced by method of precipitation. Nitrogen solubility of PPC recovered at room temperature was much higher than that of the HCl/heat precipitate (Fig. 3). At pH 6 and above, the nitrogen solubility of $FeCl_3$ precipitate was superior to that precipitated by HCl; at pH 7, it was >7 times that of the HCl/heat

Table 2. Analyses and select functional properties of potato protein concentrates[a]

Composition/Property	Precipitation method HCl at RT	$FeCl_3$ at RT	HCl/heat
		% Dry matter[b]	
Total solids (%)	93.7	94.7	95.4
Nitrogen	10.5	9.2	12.6
Crude fat	2.3	1.3	2.4
Ash	24.5	25.1	7.2
Total sugars	3.6	2.6	1.3
Total Carbohydrates	7.2	7.1	7.1
Total Vitamin C (mg/100 g)	18.1	14.9	0.01
Calcium	0.14	0.04	0.14
Iron	0.10	4.32	0.12
Magnesium	0.20	0.11	0.10
Sodium	4.25	3.85	1.53
Functional Properties		Percent	
Nitrogen solubility (pH 7)	56.0 ± 0.1[c]	87.5 ± 2.1	11.5 ± 0.7
Water absorption capacity (pH 7)	214 ± 3	86 ± 5	273 ±6
Fat absorption capacity (pH 7)	234 ± 16	188 ± 10	110 ± 10
Whipping Capacity Foam (% Volume increase pH 7)	568 ± 40	524 ± 9	523 ± 9

[a]Means of 2 to 5 replications
[b]% dry matter unless otherwise indicated
[c]Means ± standard deviation

precipitated PPC (Table 2). Increased nitrogen solubility indicates that the PPC were less serverely denatured during processing, and would more likely be functionally active in food systems in which protein solubility was a prerequisite.

Water absorption capacity was highest in the HCl/heat precipitate which had been most severely heated during precipitation, whereas fat absorption capcity was the lowest in this precipitate (Table 2). The high water absorption of heat precipitated plant proteins vs those recovered with HCl at room temperature has also been reported for alfalfa leaf protein concentrate (Betschart and Kohler 1975). HCl precipitation produced the PPC with the most favorable fat absorption capacity. The spray dried PPC precipitated by HCl were light and fluffy, with greyish beige overtones. That precipitated at room temperature was the lightest in color, whereas the $FeCl_3$ precipitate had a light green cast.

These data on functionality within simple, model systems provide an indication of potential functionality in food systems.

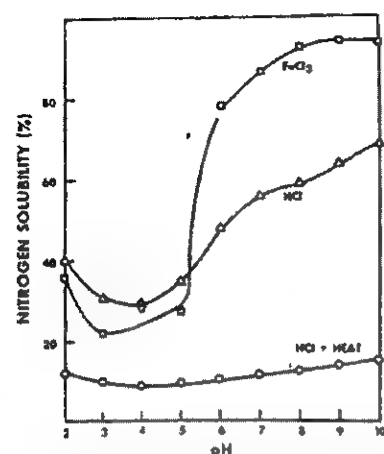


FIG. 3. RELATIONSHIP BETWEEN NITROGEN SOLUBILITY AND PH OF DIFFERENT POTATO PROTEIN CONCENTRATES

Amino Acid Analyses

With the exception of arginine, aspartic and glutamic acids, the amino acid composisition of the HCl/heat treatment PPC was equal or greater than that reported by FAO (1972) for potato protein (Table 3). The higher levels of methionine and cystine in PPC are of interest since these amino acids were previously reported to be low in potato protein (Scrimshaw and Young 1976). When compared with FAO (1973) Provisional Amino Acid Scoring Pattern, the PPC contain quantities of amino acids equal to or greater than the suggested levels for all the essential amino acids (except tryptophan which was not determined).

In summary, $FeCl_3$ and HCl/heat treatment recovered similar quantities of potato protein, whereas HCl at room temperature was the least effective method. Differences between these precipitation methods include the energy input required for steam (HCl/heat) and ingredient costs (HCl, $FeCl_3$). Compositional differences among the PPC precipitated by various methods included higher crude protein in the HCl/heat precipitate, higher vitamin C and ash in those PPC precipitated at ambient temperatures (HCl, $FeCl_3$) and higher Fe values in the $FeCl_3$ precipitate. In terms of functionality, PPC precipitated by all three methods possessed similar whipping capacity. Differences included greater nitrogen solubility for the $FeCl_3$ precipitate, with the highest water absorption capacity and fat absorption capacity exhibited by the HCl/heat and HCl precipitates, respectively. The ultimate selection of a precipitation method for potato protein will depend upon an analysis of the nutritional and antinutritional, economic, engineering, compositional and functional parameters, within the constraints of the end product use of the PPC.

Table 3. Amino acid analyses of potato protein concentrates recovered by various methods

	Precipitation Method			
Amino Acid	HCl	$FeCl_3$	HCl/Heat	Potato Protein FAO (1972)
		—	g/16 g N	—
Lysine	6.02	6.46	6.79	5.28
Histidine	2.04	2.03	2.11	1.76
Arginine	4.40	4.76	4.74	5.28
Aspartic Acid	12.83	13.37	11.08	13.12
Threonine	4.27	4.43	4.86	3.84
Serine	4.15	4.49	4.90	3.52
Glutamic Acid	11.67	11.58	10.47	17.60
Proline	3.35	3 70	4.11	3.84
Glycine	3.51	3 86	4.14	3.52
Alanine	4.01	3.91	4.41	4 00
Cystine	1.41	1.74	1.47	0 94
Valine	5.50	5.89	6.24	5.76
Methionine	2.09	1.96	2.70	1 12
Isoleucine	4.53	4.76	5.20	3 84
Leucine	7.20	7.41	8.53	6.24
Tyrosine	4.17	4.30	4.74	2.72
Phenylalanine	4.67	4.82	5 34	3 36

Reference to a company and/or product named by the Department is only for purposes of information and does not imply approval or recommendation of the product to the exclusion of others which may also be suitable.

Bibliografía

Aaronson, S. (1977), "Style in Scientific Writing", *Current Contents, Life Sciences* 20: 6.15.

Agassi, J. (1973), "Methodological Individualism", en J. O'Neill (ed.), *Modes of Individualism and Collectivism*, Londres, Heinemann.

Andrews, F. (ed.) (1979), *Scientific Productivity. The Effectiveness of Research Groups in Six Countries*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press, y París, Unesco.

Anscombe, G. E. (1971), *Causality and Determination*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.

Apostel, L. *et al.* (1979), "An Empirical Investigation of Scientific Observation", *Communication and Cognition, Special Issue on Theory of Knowledge and Science Policy*: 3-36.

Ashby, W. R. (1962), "Principles of the Self-Organizing System", en H. von Foerster y G. W. Zopf (eds.), *Principles of Self Organization*, Nueva York, Pergamon.

Atlan, H. (1979), *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*, París, Seuil.

Bachelard, G. (1934), *Le nouvel esprit scientifique*, París, Presse Universitaire de France.

Bachrach, P. y Baratz, M. S. (1963), "Decisions and Non-Decisions: An Analytical Framework", *American Political Science Review* 57: 632-42.

Bar-Hillel, Y. (1954), "Indexical Expressions", *Mind* 63: 359-379.

Barnes, B. (1977), *Interests and the Growth of Knowledge*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

Barnes, B. y Dolby, R. G. (1970), "The Scientific Ethos: A Deviant Viewpoint", *Archives européennes de sociologie* 11: 3-25.

Barnes, y Law, J. (1976), "Whatever Should Be Done with Indexical Expressions", *Theory and Society* 3: 223-237.

Barnes, S. B. y MacKenzie, D. A. (1979), "On the Role of Interests in Scientific Change", en R. Wallis (ed.), *On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge, Sociological Review Monograph* 27, Keele, University of Keele.

Bastide, F. (1981), "Le Foie Lavé. Approche sémiotique d'un texte des sciences expérimentales", en J. O'Neill (ed.), *Science Texts. Recent Developments in the Sociology of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

Bazerman, C. (1979), Academic Discourse. Some Features of Writing in the Physical Sciences, the Social Sciences and the Humanities, CUNY, Baruch College.

Ben-David, J. (1971), *The Scientist's Role in Society*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.

Berger, P. y Luckmann, T. (1967), *The Social Construction of Reality*, Londres, Allen Lane.

Bernabe, J. y Pinxten, R. (eds.), "Diversification within Cultural Anthropology", *Communication and Cognition Monographies, Communication and Cognition*, Ginebra, vol. 7 (3/4).

Bhaskar, R. (1978), *A Realist Theory of Science*, Sussex, Inglaterra, Harvester Press.

Black, M. (1962), *Models and Metaphors*, Ithaca, NY, Cornell University Press.

Bloor, D. (1976), *Knowledge and Social Imagery*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

(1978), "Polyhedra and the Abominations of Leviticus", *The British Journal for the History of Science* 11: 245-272.

Blume, S. S. y Sinclair, R. (1973), "Research Environment and Performance in British University Chemistry", *Science Policy Studies*, No. 6, Londres, H.M.S.O.

Böhm, D. (1957), *Causality and Chance in Modern Physics*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

Böhme, G. (1975), "The Social Function of Cognitive Structures: A Concept of the Scientific Community Within a Theory of Action", en K. Knorr, H. Strasser y H. G. Zilian (eds.), *Determinants and Controls of Scientific Development*, Dordrecht, Holanda, D. Reidel.

Böhme, G., Daele, W. van den y Krohn, W. (1973), "Die Finalisierung der Wissenschaft", *Zeitschrift für Soziologie* 2: 128-144.

(1977), *Experimentelle Philosophie. Ursprünge autonomer Wissenschaftsentwicklung*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Bohme, G., Daele, W. van den y Weingart, P. (1976), "Finalization in Science", *Social Science Information* 15: 307-330.

Bohme, G. y Engelhardt, M. von (eds.) (1979), *Entfremdete Wissenschaft*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Bourdieu, P. (1972, 1977), *Esquisse d'une théorie de la pratique*, Ginebra, Librairie Droz. (traducción inglesa, revisada y ampliada: *Outline of a Theory of Practice*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press, 1977).

(1975a), "The Specificity of the Scientific Field and the Social Conditions of the Progress of Reason", *Social Science Information* 14(6): 19-47.

(1975b), "L'Ontologie politique de Martin Heidegger", *Actes de la Recherche en Sciences Sociales* 5-6: 65-79 y 109-56.

Brenner, M. (ed.) (1980), *Social Method and Social Life*, Londres, Academic Press.

Brenner, M., Marsh, P. y Brenner, M. (eds.) (1978), *The Social Contexts of Method*, Londres, Croom Helm.

Bunge, M. (1967), "Technology as Applied Science", *Technology and Culture* 8: 329-347.

Callon, M. (1975), "L'opération de traduction comme relation symbolique", en M. Roqueplo (ed.), *Les incidences des rapports sociaux sur la science*, París, CORDES.

(1980), "Struggles and Negotiations to Define What is Problematic and What is Not", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation. Sociology of the Sciences*, Anuario, vol. 4, Dordrecht, Holanda, D. Reidel.

Callon, M., Courtial, J. P. y Turner, W. (1979), *Les actions concertées chimie macromoléculaire. Socio-logique d'une agence de traduction*, París, École Nationale Supérieure des Mines.

Callon, M. y Vignolle, J. P. (1977), "Breaking Down the Organization: Local Conflicts and Societal Systems of Action", *Social Science Information* 16: 147-167.

Campbell, D. (1974), "Evolutionary Epistemology", en P. A. Schilpp (ed.), *The Philosophy of Karl Popper*, La Salle, IL, Open Court Publ.

(1977), Descriptive Epistemology: Psychological, Sociological and Evolutionary, William James Lectures, Harvard University, primavera.

Cicourel, A. (1964), *Method and Measurement in Sociology*, Nueva York, The Free Press.

(1968), *The Social Organization of Juvenile Justice*, Nueva York, Wiley.
(1973), *Cognitive Sociology, Language and Meaning in Social Interaction*, Harmondsworth, Middlesex, Penguin.
(1974), "Interviewing and Memory", en C. Cherry (ed.), *Pragmatic Aspects of Human Communication*, Dordrecht, Holanda, D. Reidel.
(1975), "Discourse and Text: Cognitive and Linguistic Processes in Studies of Social Structure", *Versus: Quaderni di Studi Semiotici*, septiembre-diciembre: 33-84.
Chubin, D. E. y Moitra, S. (1975), "Content Analysis of References: Adjunct or Alternative to Citation Counting", *Social Studies of Science* 5: 423-441.
Cole, G. (1979), "Classifying Research Units by Patterns of Performance and Influence: A Typology of the Round 1 Data", en F. Andrews (ed.), *Scientific Productivity. The Effectiveness of Research Groups in Six Countries*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press y París, Unesco.
Cole, J. R. y Cole, S. (1973), *Social Stratification in Science*, Chicago, University of Chicago Press.
Coleman, J. (1971), *Resources for Social Change: Race in the United States*, Nueva York, Wiley.
Collins, H. M. (1974), "The T.E.A. set: tacit knowledge and Scientific networks", *Science Studies* 4: 165-186.
(1975), "The Seven Sexes: A Study in the Sociology of a Phenomenon of the Replication of Experiments in Physics", *Sociology* 9: 205-224.
Cooper, W. (1966), *The Struggles of Albert Woods*, Harmondsworth, Middlesex, Penguin.
Crane, D. (1965), "Scientists at Major and Minor Universities: A Study of Productivity and Recognition", *American Sociological Review* 30: 699-714.
(1972), *Invisible Colleges*, Chicago, University of Chicago Press.
Crawford, E. y Perry, N. (1976), *Demands for Social Knowledge: The Role of Research Organizations*, Londres, Sage.
Critical Inquiry (1978), Special Issue on Metaphor, vol. 5.
Crozier, M. y Friedberg, E. (1977), *L'acteur et le système*, París, Seuil.
Cunningham, S. D., Cater, C. M. y Mattil, K. F. (1977), "Rupture and Protein Extraction of Petroleum Grown Yeast", *Journal of Food Science* 40: 732-735.
Daedalus (1978), Limits of Scientific Inquiry, Número especial, primavera.
Denzin, N. K. (1969), "Symbolic Interactionism and Ethnomethodology: A Proposed Synthesis", *American Sociological Review* 34: 922-934.

Derrida, J. (1976), *Of Grammatology*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
Dijk, T. van (1974), *Philosophy of Action and Theory of Narrative*, University of Amsterdam, Department of General Studies.
Dilthey, W. (1913-58), "Abhandlungen zur Grundlegung der Geisteswissenschaften", en G. Misch (ed.), *Gesammelte Schriften*, Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht, vol. 5.
Dombrowski, H. D., Krause, U. y Roos, P. (eds.) (1978), *Symposium Warenform-Denkform. Zur Erkenntnistheorie Sohn-Rethels*, Frankfurt/Main, Campus.
Dunhill, P. y Lilly, M. D. (1975), "Protein Extraction and Recovery from Microbial Cells", en S. Tannenbaum y D. I. Wang (eds.), *Single Cell Protein II*, Cambridge, MA, MIT Press.
Edge, D. (1979), "Quantitative Measures of Communication in Science: A Critical Review", *History of Science* 17: 102-134.
Edge, D. O. y Mulkay, M. J. (1976), *Astronomy Transformed*, Nueva York, Wiley.
Elkana, Y. y Mendelsohn, E. (eds.) (1981), *Cognitive and Historical Sociology of Scientific Knowledge. Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol.5.
Engelhardt, M. von y Hoffmann, R. W. (1974), *Wissenschaftlich-technische Intelligenz im Forschungsbetrieb, Eine Empirische Untersuchung zu Arbeit, Beruf und Bewusstsein*, Frankfurt/Main, Europäische Verlagsanstalt.
(1979), "Entfremdete Wissenschaftler? Das Verhältnis der naturwissenschaftlich-technischen Intelligenz zu anderen Gruppen von Lohnabhängigen", en G. Bohme y M. von Engelhardt (eds.), *Entfremdete Wissenschaft*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.
Feyerabend, P. (1962), "Explanation, Reduction, and Empiricism", en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Scientific Explanation, Space and Time, Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 3, Minneapolis, University of Minnesota Press.
(1970), "Against Method. Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge", en M. Radner y S. Winokur (eds.), *Analyses of Theories and Methods of Physics and Psychology, Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Minneapolis, University of Minnesota Press, vol. 4.
Feyerabend, P. (1975), *Against Method*, Londres, New Left Books.

Filmer, P., Philipson, M., Silverman, D. y Walsh, D. (1972), *New Directions in Sociological Theory*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
Foerster, H. von (1960), "On Self-Organizing Systems and their Environments", en M. C. Yovits y S. Cameron (eds.), *Self-Organizing Systems*, Nueva York, Pergamon.
Foucault, M. (1975), *Surveiller et punir. Naissance de la prison*, París, Gallimard.
(1977), *Histoire de la sexualité. 1. La volonté de savoir*, París, Gallimard.
(1978), "Vérité et pouvoir", *L'Arc* 70, Número especial sobre *La crise dans la tête*: 16-26.
Fraasen, B. van (1977), *The Argument Concerning Scientific Realism*, Los Ángeles, University of Southern California.
Gadamer, H. G. (1965), *Wahrheit und Methode*, Tübingen, J. C. B. Mohr.
Galtung, J. (1967), *Theory and Methods of Social Research*, Oslo, Universitetsforlaget.
Garfinkel, H. (1967), *Studies in Ethnomethodology*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
Gaston, J. (1973), *Originality and Competition in Science*, Chicago, University of Chicago Press.
(1978), *The Reward System in British and American Science*, Nueva York, Wiley.
Gellner, E. (1973), *Cause and Meaning in the Social Sciences*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
(1980), *Spectacles and Predicaments: Essays in Social Theory*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
Giddens, A. (ed.) (1974), *Positivism and Sociology*, Londres, Heinemann.
(1976), *New Rules of Sociological Method*, Londres, Hutchinson.
Gilbert, N. (1976), "The Transformation of Research Findings into Scientific Knowledge", *Social Studies of Science* 6: 281-306.
Gilbert, N. y Mulkay, M. (1980), "Contexts of Scientific Discourse: Social Accounting in Experimental Papers", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.
Goffman, E. (1961), *Encounters*, Indianapolis, Bobbs-Merrill.
(1972), "The Neglected Situation", en P. P. Giglioli (ed.), *Language and Social Context*, Harmondsworth, Middlesex, Penguin.
(1974), *Frame Analysis. An Essay on the Organization of Experience*, Nueva York, Harper & Row.

Gombrich, E. (1960), *Art and Illusion*, Nueva York, Pantheon Books.
Goodman, N. (1966), *The Structure of Appearance*, Nueva York, Bobbs Merrill.
(1968), *Languages of Art*, Indianapolis, Bobbs Merrill.
Gouldner, A. (1976), *The Dialectic of Ideology and Technology*, Nueva York, Seabury Press.
(1979), *The Future of Intellectuals and the Rise of the New Class*, Nueva York, Seabury Press.
Grathoff, R. (1975), "On Normality and Typicality in Everyday Life", *Sociological Analysis and Theory* 5: 81-106.
Grathoff, R. (1979), "Über Typik und Normalität im alltäglichen Milieu", en W. Sprondel y R. Grathoff (eds.), *Alfred Schutz und die Idee des Alltags in den Sozialwissenschaften*, Stuttgart, Ferdinand Enke.
Greimas, A. J. y Courtés, J. (1979), *Sémiotique. Dictionnaire raisonné de la théorie du langage*, Paris, Hachette.
Greimas, A. J. y Landowski, E. (1979), *Introduction à l'analyse du discours en sciences sociales*, París, Hachette.
Grice, P. (1975), "Logic and Conversation", en P. Cole y J. Morgan (eds.), *Syntax and Semantics*, vol. 3: *Speech Acts*, Nueva York, Academic Press.
Gurvitch, G. (1971), *The Social Frameworks of Knowledge*, Oxford, Basil Blackwell.
Gusfield, J. (1976), "The Literary Rhetoric of Science", *American Sociological Review* 41: 16-34.
Habermas, J. (1970a), *Zur Logik der Sozialwissenschaften*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.
(1970b), *Toward a Rational Society*, Boston, Beacon Press.
(1971), *Knowledge and Human Interests*, Boston, Beacon Press.
(1979), *Communication and the Evolution of Society*, Boston, Beacon Press.
Hanson, N. R. (1958), *Patterns of Discovery*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
Harré, R. (1970), *Principles of Scientific Thinking*, Londres, Macmillan.
(1977), "The Ethnogenic Approach: Theory and Practice", en L. Berkowitz (ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, Nueva York, Academic Press, vol. 10.
(1978), "Models in Science", *Phys. Educ.* 13: 275-278.
(1979), *Social Being*, Oxford, Basil Blackwell.
Harré, R. y Madden, E. H. (1975), *Causal Powers: A Theory of Natural Necessity*, Totowa, NJ, Rowman and Littlefeld.

Harré, R. y Secord, P. (1972), *The Explanation of Social Behaviour*, Oxford, Basil Blackwell.

Harris, M. (1968), *The Rise of Anthropological Theory. A History of Theories of Culture*, Nueva York, Crowell.

Harvey, B. (1980), "The Effect of Social Context on the Process of Scientific Investigation", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.

Heidegger, M. (1962), *Being and Time*, Nueva York, Harper & Row.

Hemptinne, Y. de (1979), "A Cybernetic Analysis of Governmental Mechanisms for Policy Making in Science and Technology", *Communication and Cognition, Special Issue on Theory of Knowledge and Science Policy*: 317-335.

Hemptinne, Y. de y Andrews, F. M. (1979), "The International Comparative Study on the Organization and Performance of Research Units: An Overview", en F. M. Andrews (ed.), *Scientific Productivity. The Effectiveness of Research Groups in Six Countries*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press y Paris, Unesco.

Hesse, M. (1970), *Models and Analogies in Science*, Notre Dame, IN, University of Notre Dame Press.

(1974), *The Structure of Scientific Inference*, Berkeley, University of California Press.

Hindhede, M. (1913), "Studien über Eiweissminimum", *Skandinavisches Archiv für Physiologie* 30: 97-182.

Hintikka, J. (1976), *The Semantics of Questions and the Questions of Semantics. Acta Philosophica Fennica*, Amsterdam, vol. 28(4).

(1979), "Towards an Interrogative Model of Scientific Inquiry", *Communication and Cognition, Special Issue on Theory of Knowledge and Science Policy*: 208-220.

Hirsch, J. (1971), *Wissenschaftlich-technischer Fortschritt und politisches System*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Hofstadter, A. (1955), "The Scientific and Literary uses of Language", en L. Bryson *et al.* (eds.), *Symbols and Society*, Nueva York, Conference on Science, Philosophy and Religion in their Relation to the Democratic Way of Life, Institute for Religious and Social Studies.

Holzner, B. y Marx, J. (1979), *Knowledge Application. The Knowledge System in Society*, Boston, Allyn and Bacon.

Hughes, T. (1979), "Electric Light and Power", trabajo presentado en el "History and Sociology of Science Colloquia", Philadelphia, University of Pennsylvania, Department of History and Sociology of Science.

Husserl, E. (1962), "Die Frage nach dem Ursprung der Geometrie als intentional-historisches Problem", en W. Biemel (ed.), *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendentale Phänomenologie. Husserliana, Gesammelte Werke*, La Haya, Martinus Nijhoff, vol. 6.

Jacob, F. (1977), "Evolution and Tinkering", *Science* 196: 1161-1166.

Johnston, R. (1976), "Contextual Knowledge: A Model for the Overthrow of the Internal/External Dichotomy in Science", *Australia and New Zealand Journal of Sociology* 12: 193-203.

Jurdant, B. (1979), *Socio-Épistemiologie des hautes énergies. Questions de méthode*, Estrasburgo, Groupe d'Étude et de Recherche sur la Science de l'Université Louis Pasteur.

Kervasdoue, J. de y Kimberly, J. (1977), "Are Organizations Culture-Free? The Case of Hospital Innovation in the US and France", trabajo presentado en la conferencia "Cross Cultural Studies on Organizational Functioning", Honolulu.

Kinsella, J. E. y Shetty, K. J. (1978), "Yeast Proteins: Recovery, Nutritional and Functional Properties", en M. Friedman (ed.), *Nutritional Improvement of Food and Feed Proteins*, Nueva York, Plenum Publ. Corp.

Knorr, K. D. (1973), "Methodik der Völkerkunde", en *Enzyklopädie der geisteswissenschaftlichen Arbeitsmethoden*, Munich, R. Oldenburg, vol. 9.

(1977), "Producing and Reproducing Knowledge: Descriptive or Constructive?", *Social Science Information* 16: 669-696.

(1979a), "Tinkering Towards Success: Prelude to a Theory of Scientific Practice", *Theory and Society* 8: 347-376.

(1979b), "Contextuality and Indexicality of Organizational Action: Toward a Transorganizational Theory of Organizations", *Social Science Information* 18: 79-101.

(1980), "Anthropologie und Ethnomethodologie: Eine theoretische und methodische Herausforderung", en W. Schmied-Kowarzik y J. Stagl (eds.), *Theorie der Ethnologie und Kulturanthropologie*, Berlin, D. Reimer.

Knorr, K. D. y Knorr, D. (1978), "From Scenes to Scripts: On the Relationship Between Research and Publication in Science", *Research Memorandum* 132, Viena, Institute for Advanced Studies.

Knorr, K. D., Krohn, R. y Whitley, R. (eds.) (1980), *The Social Process of Scien-*

tific Investigation. Sociology of the Sciences, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.
Koestler, A. (1969), *The Act of Creation*, Londres, Pan Books.
Kornhauser, W. (1962), *Scientists in Industry; Conflict and Accommodation*, Berkeley, University of California Press.
Krohn, R. (1972), *The Social Shaping of Science*, Westport, CO, Greenwood Press.
(1977), "Scientific Ideology and Scientific Process: The Natural History of a Conceptual Shift", en E. Mendelsohn, P. Weingart y R. Whitley (eds.), *The Social Production of Scientific Knowledge. Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 1.
Kuhn, T. S. (1962, 1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 2a. edición ampliada, 1970.
(1971), "Notes on Lakatos", en R. C. Buck y R. S. Cohen (eds.), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 8.
Küppers, G., Lundgreen, P. y Weingart, P. (1978), *Umweltforschung – die gesteuerte Wissenschaft?*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.
Lacan, J. (1966), *Les écrits*, París, Seuil.
Lakatos, I. (1970), "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", en I. Lakatos y A. Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
Lakatos, I. (1976), *Understanding Toulmin*, Minerva 14: 126-143.
Lakatos, I. y Musgrave, A. (eds.) (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.
Lange, H. (1972), *Wissenschaftlich-technische Intelligenz. Neue Bourgeoisie oder neue Arbeiterklasse?*, Colonia, Pahl-Rugenstein.
L'Arc (1978), *La crise dans la tête*, Número especial sobre intelectuales, vol. 70.
Latour, B. (1979), Le dernier des capitalistes sauvages. Interview d'un biochemiste, París, Conservatoire des Arts et Métiers.
(1980a), "Is It Possible to Reconstruct the Research Process? Sociology of a Brain Peptide", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.
(1980b), "The Three Little Dinosaurs or a Sociologist's Nightmare", *Fundamenta Scientiae* 1: 79-85.
Latour, B. y Fabbri, P. (1977), "Pouvoir et Devoir dans un article des sciences exactes", *Actes de la Recherche en Sciences Sociales* 13: 81-95.

Latour, B. y Woolgar, S. (1979), *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*, Beverly Hills, Sage.
Lazarsfeld, P. y Reisz, J. (1975), *An Introduction to Applied Sociology*, Nueva York, Elsevier.
Lemaine, G., MacLeod, R., Mulkay, M. y Weingart, P. (eds.) (1976), *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, La Haya, Mouton y Chicago, Aldine.
Lemaine, G. y Lecuyer, B. P. (1972), *Les voies du succès*, París, CNRS/EPHE (Groupe d'étude et de recherche sur la science).
Lepenies, W. (1978), "Der Wissenschaftler als Autor. Über konservierende Funktionen der Literatur", *Akzente* 2: 129-147.
(1981), "Anthropological Perspectives in the Sociology of Science", en Y. Elkana y E. Mendelsohn (eds.), *Cognitive and Historical Sociology of Scientific Knowledge. Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 5.
Lofland, J. (1976), *Doing Social Life. The Qualitative Study of Human Interaction in Natural Settings*, Nueva York, Wiley.
Luhmann, N. (1968), "Selbststeuerung der Wissenschaft", *Jahrbuch für Sozialwissenschaft* 19: 147-170.
(1971), *Soziologische Aufklärung. Aufsätze zur Theorie sozialer Systeme*, Opladen, Westdeutscher Verlag.
(1975), *Soziologische Aufklärung, Bd. 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft*, Opladen, Westdeutscher Verlag.
(1977a), "Differentiation of Society", *Canadian Journal of Sociology* 2: 29-53.
(1977b), "Theoretische und praktische Probleme der anwendungsbezogenen Sozialwissenschaften", en Wissenschaftzentrum Berlin (ed.), *Interaktion von Wissenschaft und Politik*, Frankfurt/Main, Campus.
(1981), *Essays of Niklas Luhmann*, Nueva York, Columbia University Press.
Lukes, S. (1978), *Essays in Social Theory*, Londres, Macmillan.
Lynch, M. (1979), "Technical Work and Critical Inquiry: Investigations in a Scientific Laboratory", ensayo presentado en la conferencia "The Social Process of Scientific Investigation", Montreal, McGill University, Dept. of Sociology.
March, J. G. y Olsen, J. P. (1976), *Ambiguity and Choice in Organizations*, Bergen, Universitetforlaget.
March, J. y Simon, H. (1958), *Organizations*, Nueva York, Wiley,

Marcson, S. (1960), *The Scientist in American Industry*, Princeton, NJ, Princeton University, Industrial Relations Section.
Marcuse, H. (1973), "On the Philosophical Foundation of the Concept of Labor in Economics", *Telos* 16: 9-37.
McKegney, D. (1979), The Research Process in Animal Ecology, trabajo presentado en la conferencia "The Social Process of Scientific Investigation", Montreal, McGill University, Dept. of Sociology.
Means, G. y Feeney, R. (1971), *Chemical Modification of Proteins*, San Francisco, Holden-Day.
Medawar, P. (1969), *The Art of the Soluble*, Harmondsworth, Middlesex, Penguin.
Mehan, H. y Wood, H. (1975), *The Reality of Ethnomethodology*, Nueva York, Wiley.
Meltzer, L. (1956), "Scientific Productivity in Organizational Settings", *Journal of Social Issues* 12: 32-40.
Mendelsohn, E. (1977), "The Social Construction of Scientific Knowledge", en E. Mendelsohn, P. Weingart y R. Whitley (eds.), *The Social Production of Scientific Knowledge, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 1.
Mendelsohn, E., Weingart, P. y Whitley, R. (eds.) (1977), *The Social Production of Scientific Knowledge. Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 1.
Merton, R. K. (1957), "Priorities in Scientific Discovery", *American Sociological Review* 22: 635-659.
(1968), "The Matthew Effect in Science", *Science* 159 (3810): 56-63.
Mey, H. (1972), *Field-Theory. A Study of its Application in the Social Sciences*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
Mey, M. de (1980), "The Interaction Between Theory and Data in Science. A New Model for Perception Applied to Harvey's Discovery of the Circulation of the Blood", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.
(1981), *The Cognitive Paradigm*, Sussex, Inglaterra, Harvester Press y Nueva Jersey, Estados Unidos, Humanities Press.
Morin, E. (1977), *La méthode. 1. La nature de la nature*, Paris, Seuil.
Morrison, K. (1981), "Some Researchable Recurrences in Social Science and Science Inquiry", en J. O'Neill (ed.), *Science Texts: Recent Developments in the Sociology of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

Mulkay, M. (1974a), "Methodology in the Sociology of Science", *Social Science Information* 15: 637-656.
(1974b), "Conceptual Displacement and Migration in Science: A Prefactory Paper", *Social Studies of Science* 4: 205-234.
(1976), "Norms and Ideology in Science", *Social Science Information* 15: 637-656.
(1979), *Science and the Sociology of Knowledge*, Londres, George Allen & Unwin.
Mulkay, M., Gilbert, N. y Woolgar, S. (1975), "Problem Areas and Research Networks in Science", *Sociology* 9: 187-203.
Mullins, N. (1977), Rhetorical Resources in Natural Science Papers, Princeton, Institute for Advanced Studies.
Mullins, N., Hargens, L., Hecht, P. K. y Kick, E. L. (1977), "The Group Structure of Co-Citation Clusters: A Comparative Study", *American Sociological Review* 42: 552-562.
Nagel, E. (1961), *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
Nelkin, D. (1975), "The Political Impact of Technological Expertise", *Social Studies of Science* 5(1): 35-54.
Nietzsche, F. (1964), "On Truth and Falsity in their Ultramoral Sense", en O. Levy (ed.), *The Complete Works of Friedrich Nietzsche*, Nueva York, Russell & Russell, vol. 2.
(1968), *The Will to Power*, Nueva York, Vintage Books.
(1973), "Über Wahrheit und Lüge im aussermoralischen Sinn", en G. Colli y M. Montinari (eds.), *Werke. Kritische Gesamtausgabe*, Berlin, de Gruyter, vol. 3, parte 2.
Nowotny, H. (1973), "On the Feasibility of a Cognitive Approach to the Study of Science", *Zeitschrift für Soziologie* 2: 282-296.
(1979), *Kernenergie: Gefahr oder Notwendigkeit?*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.
Nowotny, H. y Rose, H. (eds.) (1979), *Countermovements in the Science. Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 3.
O'Neill, J. (ed.) (1973), *Modes of Individualism and Collectivism*, Londres, Heinemann.
(1979), *Marxism and the Two Sciences*, Toronto, York University.
(1981), "Historian's Artefacts. Some Production features in Historical Inquiry", en J. O'Neill (ed.), *Science Texts: Recent Developments in the Sociology of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

O'Neill, J. y Lynch, M. (1981), "Some Issues in Formal Analysis and Situated Inquiry", en J. O'Neill (ed.), *Science Texts: Recent Developments in the Sociology of Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
Pavicic, M. (1977), "Logick filozofska rukotvorina g. Wittgensteina", *Ideje* 5: 36-48.
Pierce, C. S. (1931-1935), *Collected Papers*, C. Hartshorne y P. Weiss (eds.), Cambridge, MA, Harvard University Press.
(1955), *Philosophical Writings of Peirce*, J. Buchler (ed.), Nueva York, Dover Publ.
Pelz, D. y Andrews, F. (1966, 1976), *Scientists in Organizations: Productive Climates for Research and Development*, Nueva York, Wiley, edición revisada y ampliada, 1976.
Phillips, D. (1974), "Epistemology and the Sociology of Knowledge: The Contributions of Mannheim, Mills and Merton", *Theory and Society* 1: 59-88.
Pickering, A. (1980), "The Role of Interests in High Energy Physics: The Choice Between Charm and Colour", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.
Pike, K. (1967), *Language in Relation to a Unified Theory of the Structure of Human Behavior*, La Haya, Mouton.
Pinch, T. (1980), "Theoreticians and the Production of Experimental Anomaly: The Case of Solar Neutrinos", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.
Pinxten, R. (ed.) (1979), *On Going Beyond Kinship, Sex and the Tribe*, Gent, E. Story-Scientia.
Popper, K. (1963), *Conjectures and Refutations*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
Price, D. de Solla (1970), "Citation Measures of Hard Science, Soft Science, Technology and Non-Science", en C. Nelson y D. K. Pollock (eds.), *Communication among Scientists and Engineers*, Lexington, MA, D. C. Heath.
(1979), "The Citation Cycle", trabajo presentado en el Mid-Year Meeting de la American Society for Information Science, Banff, Canadá.
Propp, V. (1968), *Morphology of the Folktale*, edición revisada, Austin, University of Texas Press.

Putnam, H. (1971), *Philosophy of Logic*, Nueva York, Harper & Row.
Quine, W. v. O. (1960), *Word and Object*, Cambridge, MA, MIT Press.
(1969), *Ontological Relativity and Other Essays*, Nueva York, Columbia Univ. Press.
Ravetz, J. (1977), "The Expertness of Expert", en E. Semper y P. Coggin (eds.), *Hidden Factors in Technological Change*, Oxford, Pergamon.
Restivo, S. (1978), "Parallels and Paradoxes in Modern Physics and Eastern Mysticism: I- A Critical Reconnaissance", *Social Studies of Science* 8: 143-181.
Restivo, S. y Zenzen, M. (1978), "A Humanistic Perspective on Science and Society", *Humanity and Society* 2: 211-236.
Rose, H. y Rose, S. (eds.) (1976), *The Political Economy of Science*, Londres, Macmillan.
Rossi-Landi, F. (1975), *Language and Economics*, La Haya, Mouton.
Ryan, A. (ed.) (1973), *The Philosophy of Social Explanation*, Oxford, Oxford University Press.
Salomon, H. J. (1977), "Science Policy Studies and the Development of Science Policy", en I. Spiegel-Rösing y D. de Solla Price (eds.), *Science, Technology and Society*, Londres, Sage.
Schoepfle, M., Topper, M. y Fisher, L. (1974), "Operational Analysis of Culture and the Operation of Ethnography: A Reconciliation", *Communication and Cognition* 7(3/4): 378-406.
Schon, D. A. (1963), *Displacement of Concepts*, Londres, Tavistock.
Schutz, A. (1943), "The Problem of Rationality in the Social World", *Economica* 10(38): 130-149.
(1970), "Some Structures of the Life-World", en I. Schutz (ed.), *Collected Papers*, vol. 3: *Studies in Phenomenological Philosophy*, La Haya, Martinus Nijhoff.
Searle, J. (1969), *Speech Acts*, Londres, Cambridge University Press.
Sellars, W. (1963), *Science, Perception and Reality*, Nueva York, Humanities Press.
Serres, M. (1974), *Hermes III. La traduction*, Paris, Minuit.
(1980), *Le parasite*, Paris, Grasset et Fasquelle.
Shapin, S. (1979a), "Homo Phrenologicus: Anthropological Perspectives on an Historical Problem", en B. Barnes & S. Shapin (eds.), *Natural Order*, Beverly Hills, Sage.
(1979b), "The Politics of Observation: Cerebral Anatomy and Social In-

terests in the Edinburgh Phrenology Disputes", en R. Wallis (ed.), *On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge, Sociological Review Monograph* 27, Keele, University of Keele.

Silverman, D. (1970), *The Theory of Organizations*, Londres, Heinemann.

Silverman, D. (1974), "Speaking Seriously: The Language of Grading", *Theory and Society* 1: 1-15 y 341-359.

Simon, H. (1945), *Administrative Behavior*, Nueva York, The Free Press.

Small, A. W. (1905), *General Sociology*, Chicago, University of Chicago Press.

Small, H. y Griffith, B. C. (1974), "The Structure of Scientific Literatures I: Identifying and Graphing Specialties", *Science Studies* 4: 17-40.

Sneed, J. D. (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Holanda, D. Reidel.

Sohn-Rethel, A. (1972), *Geistige und körperliche Arbeit. Zur Theorie der gesellschaftlichen Synthesis*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Sohn-Rethel, A. (1973), "Intellectual and Manual Labour: An Attempt at a Materialistic Theory", *Radical Philosophy* 6: 30-37.

Sohn-Rethel, A. (1975), "Science as Alienated Consciousness", *Radical Science Journal* 2/3: 72-101.

Stegmüller, W. (1969), "Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analystischen Philosophie", vol. 1: *Wissenschaftliche Erklärung und Begründung*, Studienausgabe Teil 2, Berlin, Springer Verlag.

(1979), *Rationale Rekonstruktion von Wissenschaft und ihrem Wandel*, Stuttgart, Philipp Reclam.

Stehr, N. (1978), "The Ethos of Science Revisited", *Sociological Inquiry* 48: 172-196.

Stehr, N. y Meja, V. (eds.) (1982), *The Sociology of Knowledge Dispute*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

Stehr, N. y Simmons, A. (1979), "The Diversity of Modes of Discourse and the Development of Sociological Knowledge", *Journal for General Philosophy of Science* 10: 141-161.

Storer, N. W. (1966), *The Social System of Science*, Nueva York, Holt, Rinehart & Winston.

Studer, K. y Chubin, D. (1980), *The Cancer Mission, Social Contexts of Biomedical Research*, Beverly Hills, Sage.

Sullivan, D., White, H. D. y Barboni, E. J. (1977), "Co-Citation Analysis of Science: An Evaluation", *Social Studies of Science* 7: 223-240.

Suppe, F. (1974), "The Search for Philosophic Understanding of Scientific

Theories", en F. Suppe (ed.), *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, IL, University of Illinois Press.

Taylor, C. (1976), "Hermeneutics and Politics", en P. Connerton (ed.), *Critical Sociology*, Nueva York, Penguin.

Thill, G. (1972), *La Fête scientifique*, París, Inst. Cath. de Paris.

Thomas, K. (1909), "Über die biologische Wertigkeit der Stickstoffsubstanzen in verschiedenen Nahrungsmitteln", *Archiv für Anatomie und Physiologie* 4, 5, y 6: 219-301.

Thomson, J. J. (1907), *The Corpuscular Theory of Matter*, Londres, Archibald Constable.

Toulmin, S. (1961), *Foresight and Understanding. An Enquiry into the Aims of Science*, Londres, Hutchinson.

(1967), "The Evolutionary Development of Natural Science", *American Scientist* 57: 456-471.

(1972), *Human Understanding*, Oxford, Clarendon Press.

Touraine, A. (1978), "Intellectuels d'en haut et intellectuels d'en bas", *L'Arc* 70: 87-91.

Ullrich, O. (1979), *Technik und Herrschaft. Vom Hand-Werk zur verdinglichten Blockstruktur industrieller Produktion*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.

Watzlawick, P., Weakland, J. y Fisch, R. (1974), *Change: Principles of Problem Formation and Problem Resolution*, Nueva York, Norton.

Webb, E. J., Campbell, D., Schwartz, R. D. y Sechrest, L. (1966), *Unobtrusive Measures: Nonreactive Research in the Social Sciences*, Chicago, Rand McNally.

Weingart, P. (1976), *Wissensproduktion und Soziale Struktur*, Frankfurt/Main, Suhrkamp.

(1979), "Science and Technology in a Legitimation-Crisis, Hypothesis and Indicators", *Communication and Cognition, Special Issue on Theory of Knowledge and Science Policy*: 378-393.

Werner, O. (1969), "On the Universality of Lexical/Semantic Relationships", trabajo presentado en la asamblea de 1969 de la American Anthropological Association en Nueva Orleans.

Whitley, R. (1972), "Black Boxism and the Sociology of Science", en P. Halmos (ed.), *The Sociology of Science, Sociological Review Monograph* 18, Keele, University of Keele.

(1975), "Components of Scientific Activities, Their Characteristics and Institutionalization in Specialties and Research Areas: A Framework for

the Comparative Analysis of Scientific Developments", en K. Knorr, H. Strasser y H. G. Zilian (eds.), *Determinants and Controls of Scientific Development*, Dordrecht, Holanda, D. Reidel.

(1977a), "The Sociology of Scientific Work and the History of the Scientific Developments", en S. Blume (ed.), *Perspectives in the Sociology of Science*, Nueva York, Wiley.

(1977b), "Changes in the Social and Intellectual Organization of the Sciences: Professionalization and the Arithmetic Ideal", en E. Mendelsohn, P. Weingart y R. Whitley (eds.), *The Social Production of Scientific Knowledge, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 1.

(1978), "Types of science, Organizational Strategies and Patterns of Work in Research Laboratories in Different Scientific Fields", *Social Science Information* 17: 427-447.

Williams, R. y Law, J. (1980), "Beyond the Bounds of Credibility", *Fundamenta Scientiae* 1: 295-315.

Winch, P. (1958), *The Idea of Social Science*, Londres, Routledge & Kegan Paul.

Wittgenstein, L. (1968), *Philosophical Investigation*, Oxford, Basil Blackwell.

Woolgar, S. (1976a), "Writing an Intellectual History of Scientific Development: The Use of Discovery Accounts", *Social Studies of Science* 6: 395-422.

(1976b), "The Identification and Definition of Scientific Collectivities", en G. Lemaine, R. MacLeod, M. Mulkay y P. Weingart (eds.), *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, La Haya, Mouton y Chicago, Aldine.

(1980), "Discovery: Logic and Sequence in a Scientific Text", en K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (eds.), *The Social Process of Scientific Investigation, Sociology of the Sciences*, Anuario, Dordrecht, Holanda, D. Reidel, vol. 4.

Young, R. (1977), "Science *Is* Social Relations", *Radical Science Journal* 5: 65-129.

Zenzen, M. y Restivo, S. (1979), "The Mysterious Morphology of Inmiscible Liquids: The Discovery and Pursuit of an Anomaly in Colloid Chemistry", trabajo presentado en la conferencia "The Social Process of Scientific Investigation", Montreal, Mc Gill University, Dept. of Sociology.

Ziman, J. (1968), *Public Knowledge*, Cambridge, Inglaterra, Cambridge University Press.

Zimmerman, D. y Wieder, L. (1970), "Ethnomethodology and the Problem of Order: Comment on Denzin", en J. Douglas (ed.), *Understanding Everyday Life*, Chicago, Aldine.

Zuckerman, H. (1977), *Scientific Elite: Nobel Laureates in the United States*, Nueva York, The Free Press.

Índice de nombres